

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Ústav pro životní prostředí



**Výskyt ochranně významných druhů PR Tetínské skály a jeho
ovlivnění environmentálními faktory**

The influence of environmental factors on abundance of conservation important
species in Tetínské skály Nature Reserve

Diplomová práce

Školitel: Mgr. Tomáš Tichý

Konzultant: Prof. Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc.

Autor: Bc. Šárka Augustinová

Srpen, 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejaté) informace budou řádně citovány. Rovněž prohlašuji, že předložená diplomová práce je totožná s elektronickou verzí vloženou do SIS.

V Praze, dne _____

Podpis

Poděkování

Mé poděkování patří mému školiteli Mgr. Tomáši Tichému za vedení práce a mému konzultantovi Prof. Ing. Mgr. Janu Frouzovi, CSc. za jeho nápady a pomoc se statistickým zpracováním dat. Také bych ale chtěla velice poděkovat mému kamarádovi Bc. Janu Kosinovi, který mě jistil při slaňování těch nejstrmějších a nejnebezpečnějších úseků skal, a za jeho morální podporu při mnohdy nelehké práci. Také bych ráda poděkovala všem svým kamarádům, kteří se mě při zrodu této práce nezřekli, což byla často ta nejdůležitější a zároveň nejsložitější úloha.

Výzkum byl financován z Programu péče o krajinu Ministerstva životního prostředí, administrované Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR, Správou CHKO Český kras.

Zbylé „prázdné“ místo této stránky věnuji jako poděkování všem, ať již výše zmíněným či nikoliv, za část života, kterým mě spolu s touto prací provázeli, ať už na jakkoli dlouhou chvíli.

ABSTRAKT

Přírodní rezervace Tetínské skály je jednou z významných lokalit pro výskyt chráněných druhů, kterými jsou hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus*), lomikámen trsnatý křehký (*Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*) a lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata*). Cílem této práce bylo, terénním průzkumem a sběrem dat, zaznamenat výskyt výše uvedených druhů na plochách skalních stěn, identifikovat klíčové faktory prostředí a popsat jejich vliv na druhy. Tento průzkum dosud nebyl proveden. Pro zjištění vzájemných vztahů jsem použila především mnohorozměrné analýzy PCA a RDA a analýzu rozptylu One-way ANOVA.

Výsledky analýz ukázaly značné rozdíly v pokryvnosti druhů mezi plochami skály ovlivňovanými různými kombinacemi environmentálních faktorů. Mezi faktory s významným vlivem patří například orientace plochy skály vůči světovým stranám. Nejvyšší podíl pokryvnosti druhů vykazovaly plochy s východní orientací. Dalším z významných faktorů bylo zastínění vyšší vegetací, jež se ukázalo jako velice negativní, převážně u druhů *S.rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*. Tyto dvě proměnné napovídají o preferenci osluněných ploch. Jako další faktory s významným vlivem na výskyt druhů se projevila přítomnost půdy na ploše skalní stěny a přítomnost zahrádek v zástavbě nad skalní stěnou, jež mnohonásobně zvyšovaly podíl pokryvnosti druhů oproti plochám bez jejich působení.

Klíčová slova: Přírodní rezervace Tetínské skály, *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*, *Saxifraga paniculata*, environmentální faktory, zastínění, skalní stěna, hluboká říční údolí

ABSTRACT

Tetínské skály Nature Reserve is one of the major sites for the presence of protected species, which are *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga rosacea* subsp. *Sponhemica* and *Saxifraga paniculata*. My goal was a field survey and data collection about the incidence of these species on the surfaces of rock walls, followed by identification of key environmental factors and description of their impact on the species. Such survey has not been conducted so far. I used mainly multivariate analysis, PCA and RDA and One-way ANOVA to determine the interrelationships.

The analysis results showed significant differences in species abundances influenced by different combinations of environmental factors. The factors with significant influence include cardinal direction. The highest proportion of species abundances showed areas of eastern orientation. Another important factor was shading from vegetation, which proved to have strong negative impact on abundance, especially for species *S.rosacea* subsp. *sponhemica* and *D. gratianopolitanus*. These two variables indicate a preference for sunny areas. Other factors with a significant influence on the occurrence of species are also a presence of soil surface rock wall and a presence of gardens in the area over the rock wall, which greatly increased the proportion of species abundance compared to areas without their influence.

Key words: Tetínské skály Nature Reserve, *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*, *Saxifraga paniculata*, environmental factors, shield from the sun, rock, deep river valleys

Obsah

1 Úvod	8
1.1 Zřízení PR Tetínské skály a předmět ochrany	10
1.1.1 Ohrožení sledovaných druhů	10
2 Charakteristika oblasti a vegetace	12
2.1 Lokalizace.....	12
2.2 Fytogeografie.....	13
2.3 Fytogeografie a ekologie sledovaných druhů.....	16
2.3.1 Lomikámen trsnatý křehký (<i>Saxifraga rosacea</i> MOENCH subsp. <i>sponhemica</i>)....	16
2.3.1.1 Celkové rozšíření.....	17
2.3.1.2 Ekologie a rozšíření v ČR.....	19
2.3.2 Lomikámen vždyživý (<i>Saxifraga paniculata</i> MILL.)	20
2.3.2.1 Celkové rozšíření.....	21
2.3.2.2 Ekologie a rozšíření v ČR.....	22
2.3.3 Hvozdík sivý (<i>Dianthus gratianopolitanus</i> VILL.)	24
2.3.3.1 Celkové rozšíření.....	24
2.3.3.2 Ekologie a rozšíření v ČR.....	25
2.4 Cíle práce – environmentální faktory.....	26
2.4.1 Orientace vůči světovým stranám a zastínění vegetací	29
2.4.2 Výška skály.....	30
2.4.3 Půda.....	31
2.4.4 Netopýří trus	32
2.4.5 Pukliny ve skále a soudržnost skalního materiálu.....	33
2.4.6 Antropogenní vlivy: zahrádky v zástavbě, sanace skal.....	33
3 Metodika	35
3.1 Charakteristika zkoumaného území.....	35
3.2 Charakteristika společenstev sledovaných chráněných druhů na Tetínských skalách	35
3.3 Sběr dat	37
3.3.1 Sledované druhy.....	38
3.3.2 Hodnocené environmentální faktory	38
3.4 Analýza dat	42

4 Výsledky	43
4.1 Podíl pokryté plochy sledovanými druhy	43
4.2 Vliv environmentálních faktorů na výskyt sledovaných druhů	46
4.2.1 Vliv orientace vůči světovým stranám	49
4.2.2 Vliv výšky skály	51
4.2.3 Vliv půdy	52
4.2.4 Vliv zahrádek	52
4.2.5 Vliv zastínění	53
4.2.6 Vliv puklin ve skále	54
4.2.7 Vliv netopýřího trusu, sanací a soudržnosti skály	55
5 Diskuse	56
5.1 Hypotéza: severní orientace svahu je pro sledované druhy pozitivním faktorem	56
5.2 Hypotéza: zastínění dřevinami je pro druhy negativním faktorem	57
5.3 Přítomnost zahrádek a půdy má pozitivní vliv na výskyt druhů	58
5.4 Hypotéza: druhy preferují horizontální pukliny	59
5.5 Hypotéza: s výškou skály roste abundance druhů	60
5.6 Disturbance v podobě sanace skalní stěny	61
6 Závěr	62
7 Seznam literatury	65
Přílohy	69

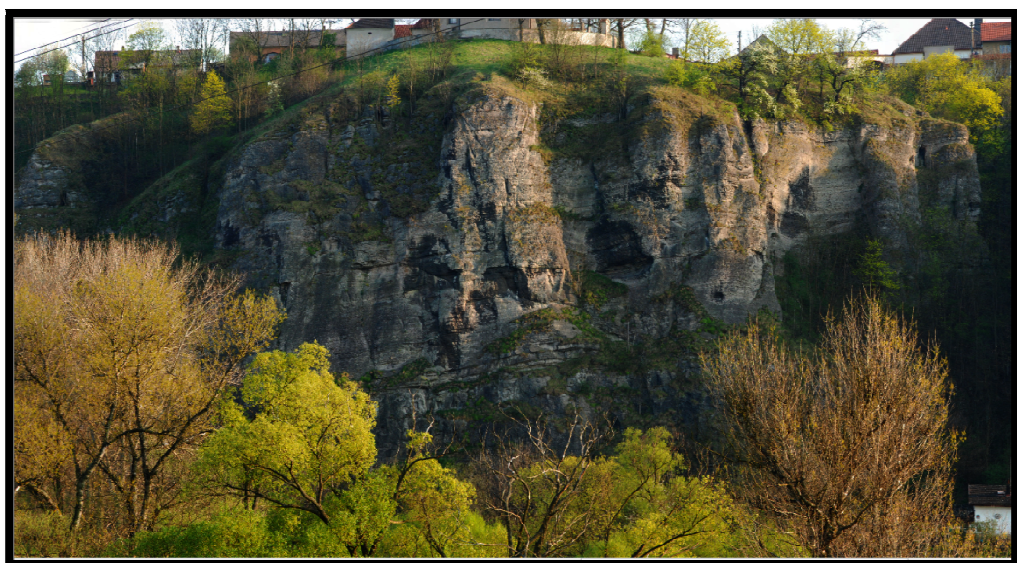
1 Úvod

Přírodní rezervace Tetínské skály leží na pravém břehu řeky Berounky v chráněné krajinné oblasti Český kras a je součástí Evropsky významné lokality Karlštejn-Koda. Sestává ze skalních stěn nad železniční tratí a Tetínské rokle krasového původu. Přirozené skalní stěny vytvořené Berounkou do podoby kaňonu byly částečně pozměněny lidskou činností při těžbě vápence a při stavbě železnice (Brunnerová 1974). Ovlivnění území lidskou činností je velmi intenzivní a dlouhodobé.

V současné době je nelesní vegetace tohoto území ve srovnání se stavem na počátku 20. století i 70. léty 20. století viditelně na ústupu. Tento trend je patrný z porovnání fotografií historického stavu části skalní stěny z roku 1972 (obr. 1) se současným (2011) stavem (obr. 2). Sukcese především jasanů a javorů silně zastiňuje původně osvětlené plochy trávníků na terasách, plošinách, ale i vlastní skalní stěny, jež tvoří dominantu rezervace. Skalní stěny severní expozice jsou těžištěm ochrany území, a to především díky výskytu druhu hvozdíku sivého (*Dianthus gratianopolitanus*), lomikamenu trsnatého křehkého (*Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*) a lomikamenu vždyživého (*Saxifraga paniculata*). Tyto ochrannářsky významné, vzácné a zákonem chráněné světlomilné druhy nejspíše výrazně ustupují.



Obrázek 1: Historický stav vegetace Tetínských skal, Rivola (1972)



Obrázek 2: Současný stav vegetace Tetínských skal (2011)

1.1 Zřízení PR Tetínské skály a předmět ochrany

Skalní stěny PR Tetínské skály byly částečně pozměněny lidskou činností při těžbě a zpracování vápence a při stavbě železnice. Ještě v nedávné minulosti bylo touto činností území ohroženo. Skály hostí řadu ohrožených a zákonem chráněných společenstev a druhů dealpínského charakteru (*Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga paniculata*, *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*, *Aurinia saxatilis*, atd.).

Výnosem ministerstva kultury ČSR v roce 1974 byla vyhlášena státní přírodní rezervace Tetínské skály podle § 8 odst. 2 a § 9 zákona č. 40/1956 Sb., o státní ochraně přírody, a to k ochraně zbytků skalních stepí s původním druhovým složením vegetačního krytu a lomových odkryvů skalního podloží. Již předtím však bylo území součástí chráněné krajinné oblasti Český kras vyhlášené v roce 1972. Po vydání nového zákona 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny v roce 1992 došlo ke změně kategorií, a Tetínské skály byly zařazeny mezi přírodní rezervace.

PR Tetínské skály je také součástí evropsky významné lokality (EVL) Karlštejn-Koda v rámci evropského systému Natura 2000 podle směrnice Evropské komise o stanovištích (92/43/EHS) ze dne 21. května 1992.

1.1.1 Ohrožení sledovaných druhů

V příloze seznamu cévnatých rostlin květeny České republiky (Danihelka, 2012), v tzv. Červeném seznamu, je druh *Dianthus gratianopolitanus* spolu s druhem *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* zařazen do kategorie C2, tedy silně ohrožen.

Druh *Saxifraga paniculata* je zařazen do kategorie C3 – ohrožen. V současné době se druh *S. paniculata* nezdá být přímo ohrožen vymizením.

Na lokalitách, jež nebyly zasaženy těžbou, patří mezi nejvýznamnější možné ohrožení sledovaných druhů přirozená sukcese, tedy zarůstání konkurenčně silnými travinami, křovinami a stromy. Podle Käsermanna (1999) Rusterholze (2004) a Wezela (2007) by jistou hrozbu pro tyto druhy mohly představovat i lidské volnočasové aktivity, jako je skalní lezení a turistika. To je však na Tetínských skalách vyloučeno, jelikož těmto aktivitám nejsou přizpůsobeny.

2 Charakteristika oblasti a vegetace

V mírně zvlněné krajině Českého masivu jsou hluboká říční údolí zřetelný topografický rys (Zelený & Chytrý 2007). Všechna říční údolí tohoto typu jsou kvartérního stáří, kdy pozvednutí Českého masivu zvýšilo erozní sílu řek a způsobilo prohloubení dříve širokých a mělkých údolí, do údolí ve tvaru písmene V se strmými skalními svahy a úzkými meandry (Kopecký 1996). Tato údolí mají velkou diverzitu rostlinných společenstev na svazích, způsobenou ostrými gradienty prostředí na relativně malé ploše, tj. vysoká rozmanitost topografických, geologických a mezoklimatických podmínek (Chytrý & Tichý 1998).

2.1 Lokalizace

Výzkum byl prováděn v části PR Tetínské skály, na strmých skalních stěnách, jež se rozkládají severovýchodně od obce Tetín a pokračují směrem k obci Srbsko podél železniční trati.

PR Tetínské skály je jedním z 18 maloplošných zvláště chráněných území, v chráněné krajinné oblasti Český kras ve Středočeském kraji v okrese Beroun. Rozkládá se v jeho jihozápadní části na pravém břehu řeky Berounky. Rozloha celé PR činí 18,1 ha. Zeměpisné souřadnice jsou 49° 56' S a 14° 7' V (obr. 3).



Obrázek 3: Satelitní snímek lokality PR tetínské skály (zpracováno v ArcMap 9)

2.2 Fytogeografie

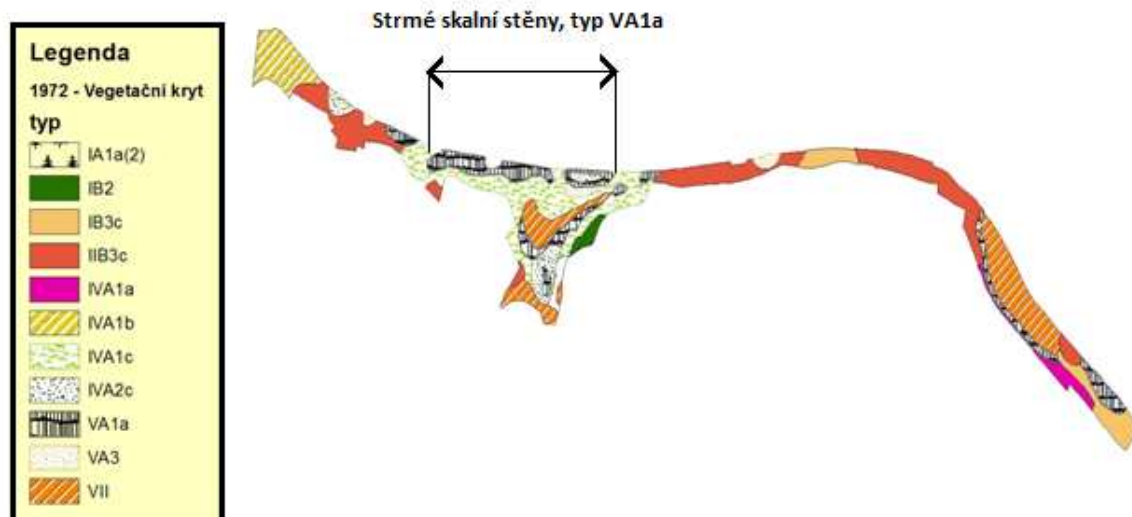
Podle fytogeografického členění (Skalický 1988) PR leží v oblasti Českého termofytika ve fytogeografickém okrese č. 8 – Český kras, jež je charakteristický suchomilnou a teplomilnou vegetací. Na výchozech Tetínských skal se také projevuje efekt „říčního fenoménu“, jež je v oblasti Českého Krasu plně vyvinutý (Ložek 1974). Mezi efekty říčního fenoménu patří například vysoká biodiverzita a vysoká koncentrace reliktních druhů (Blažková 1964). Vzniká zde tedy kombinace obnaženého skalního substrátu s vlhčím mezoklimatem říčního údolí.

Podle klasifikace v Katalogu biotopů ČR (Chytrý a kol. 2010) porosty na skalních stěnách a terasách vytvářejí přechody mezi biotopem T3.2: Pěchavové trávníky, neboli zapojené trávníky s dominancí pěchavy vápnomilné (*Sesleria*

albicans) a S1.1: Štěrbínová vegetace vápnitých skal a drolin, s převahou kapradin (*Asplenium ruta-muraria*) a mechorostů. Na stanovišti se tvořila mozaika výše uvedených biotopů T3.2 a S1.1. Jelikož vegetaci pěchavových trávníků představují kompetičně silnější druhy, tento biotop často převažoval.

Suché trávníky (T3) hrají důležitou roli jako refugia pro svetlomilné druhy v lese (Jeník 1969), na sutích (Sádlo & Kolbek 1994) i na skalnatých svazích v údolích řek (Chytrý & Vicherek 1996).

Typy vegetace v celé PR jsou znázorněny na obrázku 4, jež je založen na inventarizaci společenstev PR Tetínské skály z roku 1972. Na tomto obrázku je také vyznačena poloha skal v rámci PR a různé typy vegetačního pokryvu v okolí. Skalním stěnám odpovídá na obrázku značení VA1a: Skály, skalní štěrbiny a terásy. Společenstva mapovaná v této jednotce tvoří jádro rezervace a právě v nich leží těžiště ochrany území, dané výskytem druhů *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* a *S. paniculata* (Rivola, 1972).



Obrázek 4: Typy vegetace PR Tetínské skály (zpracováno v ArcGIS 9; zdroj dat: Rivola 1972)

IA1a(2): Borový les na minerálním substrátu

IB2: Listnatý les s příměsí jehličnanů

IB3c: Suťové lesy

IIB3c: Křoviny

IVA1a: Polokulturní louka se sadem

IVA1b: Polokulturní louky s křovinami

IVA1c: Drnové porosty s převládajícím *Bromus erectus*

IVA2c: Drnové porosty s převládající *Sesleria albicans*

VA1a: Skály, skalní štěrby a terásky

VA3: Otevřená společenstva mělkých kamenitých půd

VII: Ruderální lesíky

2.3 Fytogeografie a ekologie sledovaných druhů

Všechny tři sledované druhy (*Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*, *S. paniculata* a *Dianthus gratianopolitanus*) jsou glaciálními relikty. Glaciálními relikty se nazývají ty druhy, jejichž areál rozšíření byl od posledního glaciálního období značně zúžen na disjunktní areály (Wilmanns & Rupp 1966).

Většina glaciálních reliktních má svou hlavní distribuci v Alpách a dalších vyšších horách, kde se nachází jejich ekologické optimum, tj. alpské a subalpské nadmořské výšky, tolerují však i nižší polohy (Wilmanns & Rupp 1966). Často se spolu vyskytují inter- a postglaciální relikty, s hlavním areálem rozšíření arkticko-alpským, a glaciální relikty s hlavním areálem rozšíření v mediteránu (Walter & Straka 1970).

2.3.1 Lomikámen trsnatý křehký (*Saxifraga rosacea* MOENCH subsp. *sponhemica*)

S. rosacea subsp. *sponhemica* je jedním ze čtyř taxonů souborného druhu *Saxifraga rosacea* MOENCH z čeledi lomikamenovitých (*Saxifragaceae*).

S. rosacea je vždyzelená vytrvalá rostlina s plazivým oddenkem, listy v přízemní růžici, a květy ve velmi dobře patrné terminální růžici (obr. 5). Celá rostlina je žláznatě chlupatá a asi 10 – 20 cm vysoká (Webb & Gornall 1989) a kvete od dubna do května, popřípadě v začátku června (Hrouda & Šourková 1992). Rostliny se rozmnožují pohlavně a opylovány jsou především hmyzem (Webb & Gornall 1989).



Obrázek 5: *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* na lokalitě Tetínské skály

2.3.1.1 Celkové rozšíření

Souborný druh *Saxifraga rosacea* je rozšířen na Islandu a Faerských ostrovech, v západním Irsku, Walesu (kde pravděpodobně již vyhynul), ve středoevropských pohořích od Arden po Sudety a v pohoří Francouzský a Švábský Jura. Dále potom zasahuje do České republiky, jihozápadního Polska a severního Rakouska (Webb & Gornall 1989). Rozšíření tohoto druhu je patrné z obrázku 6.



Obrázek 6: Rozšíření *S. rosacea* podle Webba & Gornalla (1989)

Saxifraga rosacea subsp. *sponhemica* je poddruh *S. rosacea*, jehož jedinci jsou drobní a křehcí, a to je dělá konkurenčně slabšími. Vzhledem k těmto vlastnostem vyžadují otevřená stanoviště s rozvolněnou vegetací. V posledním glaciálním období se takováto stanoviště nacházela ve Střední Evropě v předpolí skandinávského ledovce. Do nynější doby se stanoviště tohoto typu udržela na skalních odkryvech s mělkou půdou a nepříznivými podmínkami pro možné konkurenční druhy. Na rozdíl od glaciálního období je většina populací v současné době malá a izolovaná (Endels 2008).

Subspecie *sponhemica* je endemickým taxonem Střední a Východní Evropy (Hemp 1996), kde se vyskytuje ve dvou oddělených areálech. Západním areálem je

část Belgie, Lucemburska, oblast Porýní a dvě lokality v pohoří Francouzský Jura. Východním areálem je Česká republika, Polsko (Mirek a kol. 1995) a Rakousko (Drábková 1999).

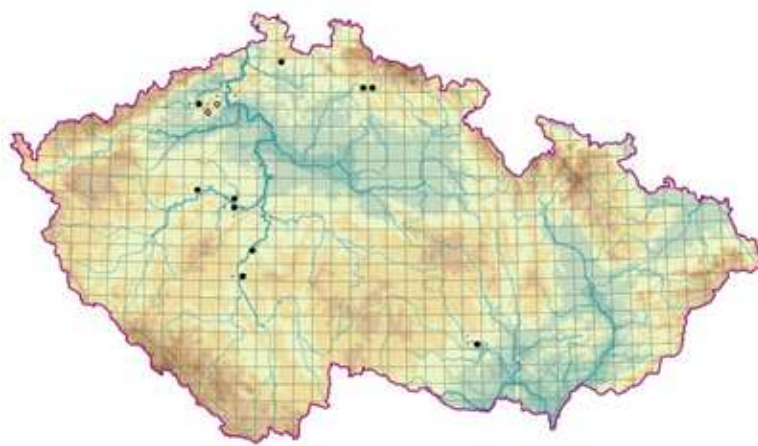
2.3.1.2 Ekologie a rozšíření v ČR

Společenstva tvoří polštářovité porosty na balvanitých sutích nebo srázných skalních stěnách. Vesměs se společenstva vyskytují na stanovištích se severní, popřípadě severozápadní či západní expozicí (Ložek 1974), ne příliš zastíněných, s vyrovnanými vlhkostními poměry během celého roku, kde půda ani v létě nevysychá (Hrouda & Šourková 1993). Druh je také schopný kvést i v trvalém stínu (Webb & Gornall 1989) a je vybaven pro přežití až několikátýdenního sucha v mělkých půdách (Webb 1950).

Na sutích *S. rosacea* subsp. *sponhemica* roste obvykle v porostech s bohatým zastoupením mechorostů popř. kapradin a působí jako zpevňující rostlina. Často se vyskytuje v blízkosti puklinového systému tzv. ventarol, zajišťujícího výměnu vzduchu mezi sutí a prostředím (Hrouda & Šourková 1993).

Na skalních stěnách preferuje *S. rosacea* subsp. *sponhemica* vápencový podklad. Na skalách se druh vyskytuje na mělkých, silně skeletovitých půdách (Hrouda & Šourková 1993). Zdrojem jeho výživy je půda v puklinách skály nebo štěrbinách mezi balvany. Na skalním podkladu bývají společenstva v lepší kondici než na nahromaděném humusu, kde trsy řídnou. V místech nahromaděného humusu jsou společenstva vytlačována jinými druhy, zdatnějšími v pozdějších sukcesních stádiích (Boswartová 1983).

V ČR se subsp. *sponhemica* vyskytuje v kolinním stupni termofytika, jež sestává z oblastí Lounského středohoří, Labského středohoří, Českém krasu a Dolním Povltaví. Je doložen výskyt také v suprakolinním stupni mezofytika, a to v Doupovských horách, Krušnohorském podhůří, na Křivoklátsku, Plzeňské pahorkatině, Středním Povltaví, Milešovském a Verněřickém středohoří, Lužických horách a v Moravském podhůří Vysočiny (Smejkal 1980). Rozšíření druhu v České republice je znázorněno také na obrázku 7.



Obrázek 7: Rozšíření *S. rosacea* subsp. *sponhemica* v ČR,

zdroj: <http://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/pic/maps/SAC02.jpg>

2.3.2 Lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata* MILL.)

Saxifraga paniculata se řadí do čeledi lomikamenovitých (*Saxifragaceae*).

Jsou to vytrvalé trsnaté byliny, které vytvářejí nízké polštářovité porosty s listy v přízemní listové růžici (obr. 8). Růžice jsou často početné, různých velikostí (1 – 6 cm v průměru), (Neuner a kol. 1999). Listy mají holé a kožovité, vytvářející jamky,

jež vylučují uhličitán vápenatý. Kvete v květnu až červenci ve vrcholičnatých latách (Hrouda & Šourková 1993).

Rozmnožuje se buďto pohlavně semeny nebo vegetativně, prostřednictvím růžic, které snadno zakořeňují (Wilmanns & Rupp 1966).



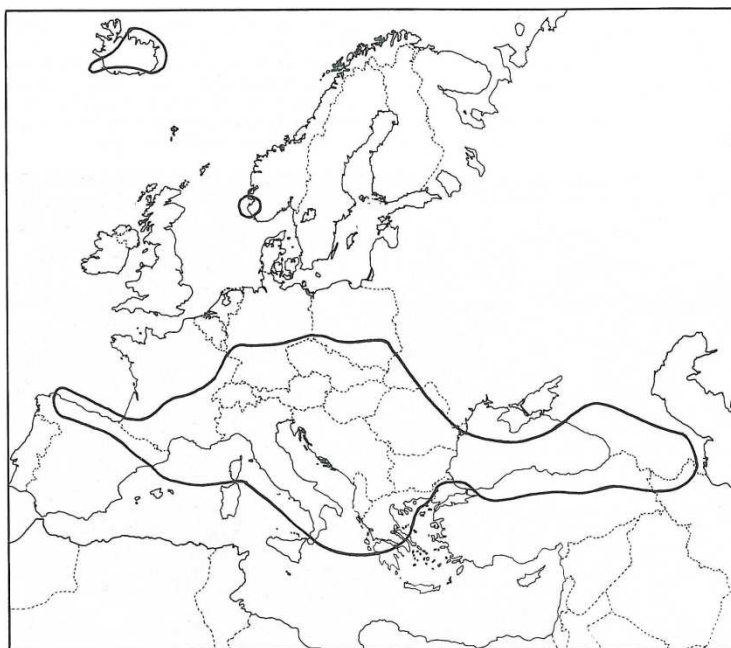
Obrázek 8: *Saxifraga paniculata* na lokalitě Tetínské skály

2.3.2.1 Celkové rozšíření

Saxifraga paniculata je druh převážně vysokých pohoří Střední Evropy (Webb 1984).

V současné době je druh rozšířen od Francouzského středohoří, Porýní, Smrčin v severozápadním Bavorsku, přes Sudety a Západní Karpaty, v Čechách a na Moravě,

až po severní Španělsko, téměř celé Alpy, Korsiku, Apeniny, přes Kalábrii, Východní a Jižní Karpaty, hory Balkánu a ostrov Peloponés. Dá se nalézt také na východě Norska a Islandu, kde je však velice vzácný (Webb & Gornall 1989). Rozšíření *S. paniculata* v Evropě znázorňuje obrázek 9. Mimo Evropu se druh nachází v Grónsku, Severní Americe a jihozápadní Asii.



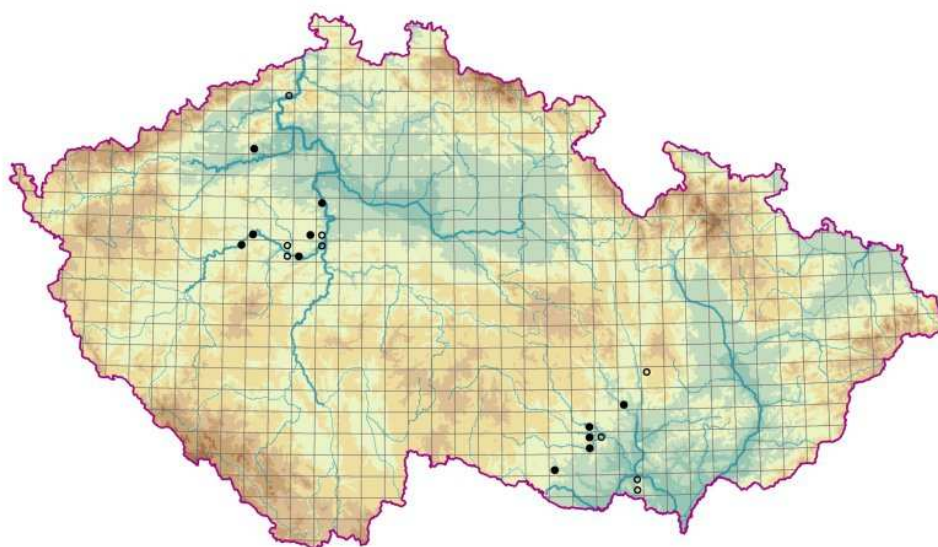
Obrázek 9: Rozšíření *S. paniculata* podle Webba & Gornalla (1989)

2.3.2.2 Ekologie a rozšíření v ČR

Druh je vázaný na kaňony řek či skalní stěny a vrcholy. V nižších polohách se nejčastěji vyskytuje na svazích orientovaných k severu (Hrouda & Šourková 1993). Vyskytuje se v trhlinách a římsách a v rozvolněných společenstvech skalních stanovišť. Podklad preferuje vápencový, vyskytuje se však také na porfyru či břidlici (Reisch a kol. 2003). Roste na mělkých půdách typu rendzin, často přímo ve skalních

štěrbínách. V nižších polohách tvoří často subdominantu pěchavových porostů svazu *Seslerion – Festucion glaucae* zejména v asociaci *Saxifraga paniculatae – Seslerietum calcariae* Klika 1941 (Hrouda 1998).

V ČR se *S. paniculata* vyskytuje hojně jen v Českém a Moravském krasu a Pavlovských kopcích, často v údolích řek. Izolované lokality má také v Českém středohoří a u Štramberka, v kolinním až suprakolinním stupni. Pozoruhodný je výskyt v subalpínském stupni Hrubého Jeseníku (max.: Praděd, 1460m)(Hrouda & Šourková 1993). Rozšíření tohoto druhu je znázorněno na obrázku 10.



Obrázek 10: Rozšíření *S. paniculata* v ČR,

zdroj: <http://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/pic/maps/THC03.jpg>

2.3.3 Hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus* VILL.)

Dianthus gratianopolitanus se řadí do čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*).

Jsou to vytrvalé, hustě trsnaté byliny se silným primárním kořenem a plazivým oddenkem a 1 – 2květými lodyhami, jež vykvétají v květnu až červnu (Kovanda 1990) (obr.11).



Obrázek 11: *Dianthus gratianopolitanus* na lokalitě Tetínské skály

2.3.3.1 Celkové rozšíření

Rozšíření tohoto druhu je reliktní z posledního glaciálního období (Erhardt 1990). Vyskytuje se ostrůvkovitě v západní a střední Evropě, na severu po jižní Belgii a Harz, na jihu po předhoří Alp (Kovanda 1990). Takováto izolovaná naleziště se

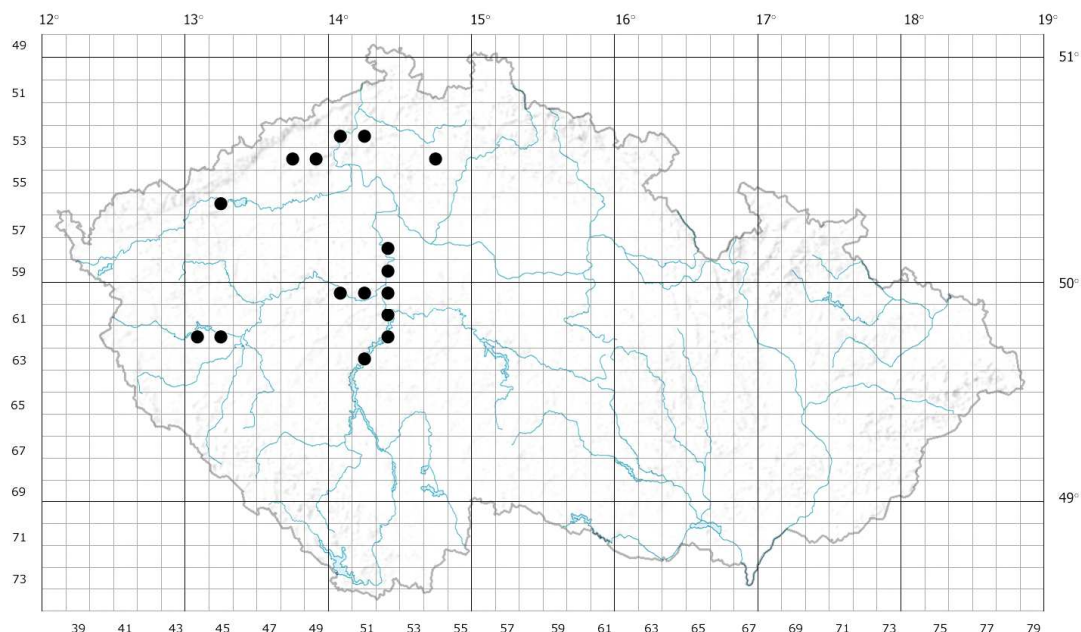
nacházejí ještě v jihozápadní Anglii, v jižní části střední Francie, ve francouzských Alpách, v Itálii na jižním okraji Alp, v Polsku, v Česku a na Slovensku (Kovanda 1990). Nejvyšší podíl na výskytu tohoto druhu má Švýcarský Jura (Käsermann 1999).

2.3.3.2 Ekologie a rozšíření v ČR

Dianthus gratianopolitanus se vyskytuje na skalách a skalnatých svazích v údolích vodních toků (Kovanda 2002). Preferuje silně osluněné horní okraje svahů, přičemž centrální části skalních stěn se obvykle vyhýbá. Může se vyskytovat i na patě skály v přilehlých lesích nebo v blízkosti zřícenin hradů, ne však přímo na jejich stěnách (Käsermann 1999).

Tento druh hvozdíku preferuje mělké humusové půdy s nejrůznějším geologickým podkladem, například třetihorní vyvřeliny, břidlice či vápence (Kovanda 1982).

Často se vyskytuje v asociaci *Diantho gratianopolitani – Aurinietum saxatilis*, jež představuje primitivní společenstvo s převahou obligátních petrofytů (rostliny přizpůsobené životu na skalách a kamenech), osidlující štěrbiny skal (Sádlo 1998). V České republice se vyskytuje vzácně v její západní polovině, v kolinním a suprakolinním stupni (min.: Hradiště u Závisti, 220-250 m; max.: České středohoří, Lipská hora, 688 m)(Kovanda 1990). Z obrázku 12 je patrný výskyt *D. gratianopolitanus* v České republice.



Obrázek 12: Rozšíření *D. gratianopolitanus* v ČR, zdroj: Kartografická prezentace AOPK ČR 2012, datový podklad MŽP

2.4 Cíle práce – environmentální faktory

Cílem této práce je určení podstatných environmentálních faktorů, na kterých je závislý výskyt nejvýznamnějších druhů (*Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*, *Saxifraga paniculata*) na území PR Tetínské skály. Analýza poslouží poté pro stanovení péče o lokality těchto druhů.

Na základě dosavadních poznatků z odborné literatury o sledovaných druzích a o důležitých environmentálních faktorech svahů říčních údolí, jsem se pokusila identifikovat ty faktory, jež by se na výskytu druhů mohly nejvíce podílet.

Orientace svahu vůči světovým stranám je určujícím faktorem pro množství dopadajícího záření a tedy i výskyt rostlinných druhů (Jeník & Rejmánek 1969). Podle

Webba & Gornalla (1989) a Drábkové (1999) druhy rodu *Saxifraga* preferují skalní stěny orientované na sever, podle Ložka (1974) i na severozápad.

Na formování mikroklimatických poměrů skalních výchozů se značnou měrou podílí hustota korunového zápoje (Tichý 1999). Rostoucí hustota stromového patra a tím i **zastínění** snižuje kvalitu a velikost stanovišť pro druhy náročné na světlo, což platí také pro reliktní společenstva na vápencových skalách (Wassmer 1998).

Výškové kategorie skalní stěny jsou charakteristické především lokálním klimatem, jež se s výškou podstatně mění. Tato patra se tedy liší teplotou a vlhkostí (Zelený & Chytrý 2007), ale i sklonem svahu, jež určuje množství dopadajícího záření na plochu (Vysoudil 2004 a Pabst & Spies 1998). Tyto faktory mohou působit významně na sledované druhy. Například Käsermann (1999) popisuje přímou preferenci horních okrajů skal u druhu *D. gratianopolitanus*.

Půda pro rostliny hraje zásadní roli, jelikož je zdrojem jejich minerální výživy a vody (půdní vlhkost). Na vápencových skalách může být nedostatek půdy často limitujícím faktorem pro různé druhy (Frayssines & Hantz 2006). Podle Boswartové (1983) může mít přílišné množství půdy negativní dopady na druh *S. rosacea* subsp. *sponhemica* z důvodu vyšší konkurence.

Na skalních stěnách se místy vyskytoval **netopýří trus**, u kterého Shahack-Grossa a kol. (2004) popisuje velké množství obsažených fosfátů. Netopýří trus je používán též jako organické hnojivo pro rostliny.

Pukliny ve skále a soudržnost skalního materiálu představují možné původce změny vlhkostních poměrů stanoviště (Brady a Weil 1999), v puklinách navíc může

být přítomná i půda. Soudržnost skalního materiálu je též důležitá pro budoucí managementová opatření, kvůli jeho spadu na železniční trať. Sledované druhy se často vyskytují v puklinách skal (Hrouda & Šourková 1993, Käsermann 1999, Kovanda 1990 a Webb & Gornall 1989)

Vliv na výskyt druhů může mít na stanovišti i antropogenní charakter. Mezi antropogenní vlivy na výchozy Tetínských skal lze zahrnout **přítomnost zahrádek** v zástavbě obce Tetín na plošině nad skalami. Organický odpad ze zahrádek obohacuje stanoviště o humusovou složku (Lorenz & Lal 2009). Dalším antropogenním prvkem, s možným vlivem na vývoj vegetace, jsou v historii prováděné **sanace** neboli zajišťování skalního materiálu proti jeho spadu na železniční trať, jež jsou stále přítomny.

Na základě výše uvedených poznatků jsem stanovila hypotézy:

- 1) S výškou skály roste abundance druhů
- 2) Druhy preferují horizontální pukliny
- 3) Severní expozice je pro sledované druhy pozitivním faktorem
- 4) Sukcese jasanů a javorů silně zastíňuje původně osvětlené plochy a tím negativně ovlivňuje výskyt sledovaných druhů
- 5) Netopýří trus pozitivně ovlivňuje výskyt druhů

2.4.1 Orientace vůči světovým stranám a zastínění vegetací

Sluneční záření je hlavním faktorem prostředí, jež řídí růst rostlin, mikrobiální aktivitu, vývoj půdy a určuje klima oblasti. Skalní výchozy jsou důležitými refugii pro světlomilné druhy (Küster 1996). Dostupnost světla je faktorem určujícím složení společenstev skal (Muller 2006), jež je determinována orientací svahu vůči světovým stranám, sklonem svahu (viz kapitola 2.4.2 Výška skály) a hustotou korunového zápoje (Tichý 1999).

Ve zvlněném terénu je záření velice komplikovanou proměnnou složkou ekosystému z důvodu vysoké variability svahů, jež se liší příjmem energie i na krátké vzdálenosti (Tian a kol. 2001). Na svazích se severní expozicí je maximální intenzita dopadajícího slunečního záření ve 12 hodin a klesá se zvyšujícím se úhlem sklonu svahu. Východní a západní svahy jsou ozařovány po celý rok stejně bez ohledu na sklon svahu (Vysoudil 2004). Na severozápadních, severních a severovýchodních svazích jsou menší denní výkyvy teplot (Tichý 1999).

Rozšíření rostlinných druhů a společenstev na svazích je značně ovlivněno jejich orientací (Jeník & Rejmánek 1969). Druhy rodu *Saxifraga* se nejčastěji nacházejí na severně orientovaných skalních stěnách, jelikož preferují mírné zastínění (Drábková 1999), převážně však vyžadují zastínění proti polednímu slunci (Webb & Gornall 1989). Polštářovité porosty (jež tvoří právě druhy rodu *Saxifraga*), zejména na slunných stráních chráněných proti větru, se také mohou značně zahřívát (Larcher 2010). Poškození vlivem slunečního záření pozoroval Neuner (1999) u druhu *Saxifraga paniculata* při 56°C v nadmořské výšce 2200 m. n. m. Wassmer (1998)

zaznamenal lokální extinkci *D. gratianopolitanus* jako následek neudržovaného lesa, z důvodu nedostatku světla.

2.4.2 Výška skály

Souhrnná proměnná výška skály člení skalní stěnu do tří pater. Tato patra jsou charakteristická lokálním klimatem, sklonem svahu a vegetací.

Teplotní klima ovlivňuje vývoj vegetace na stanovišti (Jeník & Slavíková 1964). Na skalní svahy působí mezoklima říčního údolí, jež způsobuje v nižších částech svahů vyšší vlhkost a menší změny teploty (Tichý 1999). Úpatí skály je navíc ovlivněno zastíněním blízkého horizontu, tedy jižních svahů na opačné straně údolí.

Sklon svahu nemá přímý vliv na rostliny, určuje však místní klimatické podmínky, především právě teplotu (Pabst & Spies 1998). Sklon svahu ovlivňuje intenzitu dopadajícího záření, jež se liší podle orientace svahu (Vysoudil 2004). Množství dopadajícího záření na svah při kombinaci různých sklonů a orientací je patrné z tabulky 1.

Sklon svahu (%)	Orientace svahu				
	S	SV-SZ	V-Z	JV-JZ	J
0	42	42	42	42	42
10	38	39	42	44	46
20	34	36	42	47	49
50	23	29	42	52	56
90	15	23	41	54	59

Tabulka 1: Radiační index na 50°s.š. [%] podle Leea a Baumgartnera (1966)

Výskyt druhů může být ovlivněn také typem biotopu stanoviště, jelikož druhy se často vyskytují v určitých asociacích s další vegetací (Chytrý a kol. 2010). Tyto preference jsou popsány v kapitole 2.2 o fytogeografii.

Skály by se daly obecně charakterizovat následovně: **nejnižší část skalní stěny (0 – 25 m)** má sklon svahu menší než 90°, což má například u severně orientovaných ploch za následek nepatrně vyšší oslunění než by měla svislá stěna (viz tabulka 1). Vyskytují se zde společenstva kapradin a mechorostů ve štěrbinách, tj. biotop štěrbinové vegetace vápnitých skal a drolin (S1.1), často se zapojeným stromovým patrem (jasan ztepilý, javor mléč atd.). Tato část skalní stěny je pravděpodobně nejvíce ovlivněna mezoklimatem říčního údolí, tj. zvýšenou vlhkostí a menšími teplotními výkyvy. Úpatí skály je navíc zastíněno blízkým horizontem a dopadá na něj tedy méně slunečního záření. **Střední část skalní stěny (26 – 56 m)** je svislá (sklon svahu kolem 90°), hladká, často s absencí veškeré vegetace. V případě přítomnosti vegetace se jednalo o převahu biotopu pěchavových trávníků (T3.2). **Nejvyšší část skalní stěny (57 – 76 m)** se charakterem podobá té v 0 – 25 m výšky, tedy se sklonem nižším než 90° a převahou biotopu štěrbinové vegetace vápnitých skal (S1.1). V této části skalní stěny však biotop S1.1 často přecházel v biotop T3.2 a tvořil tak rozmanitou mozaiku vegetace.

2.4.3 Půda

Matečnou horninou, jež tvoří základ půd na lokalitě Tetínských skal, jsou silurské a devonské vápence (Ložek 1974). Z nich vzniklé vápenaté půdy jsou často charakterizovány nízkou dostupností živin a vysokým pH, jehož hodota se pohybuje

mezi 7,5 – 8,5, což záleží na kvalitě a množství uhličitanu vápenatého (Chen & Barak 1982). V důsledku toho mnoho cévnatých rostlin není schopno kolonizovat stanoviště s tímto substrátem (Strom a kol. 2005).

Na lokalitě Tetínské skály se tvoří půdní typ RA – rendzina s karbonátovým horizontem (Šamonil 2007), tj. s přebytkem vápníku a nedostatkem převážně draslíku a fosforu. Ve vápenitých půdách je fosfor z velké části k dispozici k tvorbě kovových komplexů. Další prvky (Fe, Mn, Zn, Cu, atd.) se v těchto půdách vyskytují jen zřídka, kvůli jejich špatné rozpustnosti ve vysokém pH (Brady & Weil 1999). Rendziny jsou půdy s nízkou pórovitostí a vysokou tvrdostí. Tyto půdy jsou většinou nadměrně provzdušněné, v létě vysychají a v zimě zamrzají (Brady & Weil 1999).

2.4.4 Netopýří trus

Netopýří trus obsahuje, mimo jiné, fragmenty hmyzu, pyl a minerální složku (Louis & Maher 2006), jež představuje převážně velké množství fosfátů a má kyselé pH (Shahack-Grossa a kol. 2004). Zvýšená dodávka fosforu v podobě netopýřího trusu by mohla stimulovat produktivitu vegetace na tomto stanovišti s minerálně chudou půdou (viz kapitola 2.4.3 Půda). Netopýří trus se využívá také jako organické hnojivo, především pro podporu kvetení.

Vlivem netopýřího trusu na vegetaci se přímo žádná z dostupných studií nezabývala, jelikož úkryty netopýřů se nacházejí v jeskyních, kde se vegetace nevyskytuje. Nicméně lze předpokládat, že na stanovištích s nízkou dostupností živin, jako jsou právě vápencové skály, může trus složení vegetace ovlivňovat. Pro kalcifilní

(vápnomilné) druhy by mohla mít přítomnost trusu i negativní následky, především z důvodu vyšší konkurence ostatních druhů.

2.4.5 Pukliny ve skále a soudržnost skalního materiálu

Celkový stav geologického podloží ovlivňuje vlhkostní poměry na stanovišti (Brady a Weil 1999) a tím i složení vegetace. Vzniklé pukliny mohou zásadně ovlivňovat vodní bilanci stanoviště tak, že umožňují průnik srážkové vody, jež následně zadržují. Umožňují také rostlinám dostat se do hlubších a vlhčích míst pomocí kořenů.

Podle Webba & Gornalla (1989) druhy rodu *Saxifraga* snášejí pohyb zvětraliny a rostou v rozpadajících se skalách, často přecházejících v suť. *S. paniculata* se nejčastěji vyskytuje na balvanech a porušených skalních površích. Často jsou těsně zaklíněny kořeny ve skalních puklinách a tím mohou měnit charakter tohoto mikrostanoviště (Webb & Gornall 1989).

2.4.6 Antropogenní vlivy: zahrádky v zástavbě, sanace skal

Antropogenní vliv na vegetaci je velmi důležitým faktorem, který utváří současnou přírodu. Ovlivnění vegetace Tetínských skal člověkem je známo již z historie, například těžbou vápence či stavbou železnice. Vliv člověka na tyto svahy však zcela úplně neskončil. Na stanovišti se dají pozorovat antropogenní vlivy, jež mohou přímo ovlivňovat vegetaci svahů i v současné době. Mezi tyto vlivy by se dala zařadit přítomnost zahrádek v zástavbě obce Tetín na plošině nad skalní stěnou a v historii prováděné sanace skalní stěny kvůli spadu materiálu na železniční trať.

Přítomnost zahrádek může zasahovat do vývoje vegetace skal několika způsoby. Zvláště výrazné je obohacení půdy na stanovišti o organickou hmotu z posekaných trávníků, spadaného listí a dalších organických odpadů ze zahrádek (Lorenz & Lal 2009), které jsou často sypány obyvateli na území skal nebo do jeho blízkosti. Stabilizované organické sloučeniny, jež jsou produktem rozkladu těchto organických odpadů, mohou významně ovlivňovat obsah organických látek v půdě na stanovišti. Obsah organické hmoty v půdě působí také na její mikrobiologii. Vzájemné interakce mezi půdními organismy hrají významnou roli při přeměnách organické hmoty v půdě (Frouz 2010).

Také vegetace rostoucí na zahrádkách může mít vliv na vývoj vegetace na stanovišti, jelikož často není přirozenou vegetací dané oblasti. Vegetace zahrádek pravděpodobně tvoří největší zdroj potenciálně invazních druhů rostlin (Smith 2006).

V historii byly na skalní stěně prováděny sanace neboli zajišťování skalního materiálu proti jeho spadu na železniční trať. Instalace sanačních prvků (žebříky a sítě, jejichž pozůstatky jsou v současnosti ještě přítomny) mohla ovlivnit vývoj vegetace i vzhled lokality.

3 Metodika

3.1 Charakteristika zkoumaného území

Podle Tolasze a kol. (2007) se Tetínské skály nacházejí v mírně teplé klimatické oblasti, kde se průměrná roční teplota pohybuje 8 – 9°C s průměrným ročním úhrnem srážek okolo 530 mm.

Zájmovým územím byly strmé skalní stěny, které tvoří čela 4 větších skalních hřbetů a tvoří komplex dlouhý cca 500 metrů od západu na východ. V nejvyšším bodě skalní stěna měřila přibližně 76 metrů.

3.2 Charakteristika společenstev sledovaných chráněných druhů na Tetínských skalách

Druh *Dianthus gratianopolitanus* se vyskytoval převážně v biotopech pěchavových trávníků (T3.2), v mírně rozvolněných shlucích, a to spíše ve vyšších částech skalních stěn. S nadmořskou výškou rostl také jeho vzrůst, celková robustnost, a stával se více solitérním. Druh *Saxifraga paniculata* preferoval volné a strmější plochy, bez konkurence dalších druhů, a v nich tvořil velká jednodruhová společenstva v nižších polohách skal. Tento druh se často vyskytoval v sousedství biotopu pěchavových trávníků (T3.2). Druh *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* tvořil kobercovité porosty, někdy až převislé ze skály. Vyskytoval se po celé výšce skály hojně s mírnou preferencí vyšších poloh. Druh *S. rosacea* subsp. *sponhemica* preferoval spíše biotop štěrbinové vegetace vápnitých skal a drolin (S1.1), často se

však vyskytoval v přechodech obou výše uvedených biotopů (S1.1 a T3.2). Ukázky typů biotopu druhů *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* a *Saxifraga paniculata* jsem zachytila na obrázcích 13 a 14.



Obrázek 13: Zapojené společenstvo *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *S. paniculata* na lokalitě Tetínské skály



Obrázek 14: *S. paniculata* ve společenstvu mechorostů a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* na lokalitě Tetínské skály

3.3 Sběr dat

Pro záznam veškerých dat bylo nejprve nutné zhotovení panoramatických fotografií celé skalní stěny. Skalní stěnu jsem rozdělila, podle přístupnosti a jejího charakteru, na komplexy skalních výchozů od západu na východ. Pro lepší manipulaci a větší přesnost dat jsem tyto komplexy rozdělila na užší vertikální pásy, kterých celkem vzniklo 46.

S plnou horolezeckou výbavou jsem se postupně slaňovala, z horní hrany skalní stěny až na její úpatí. Při každém slanění jsem vymezovala, pomocí dalšího lana, hranice vertikálních pásů, které jsem na místě ještě členila horizontálně na jednotlivé segmenty. Tím vznikla síť 127 různě velkých segmentů s průměrnou plochou kolem 200 m². Vzhledem k vysoké technické náročnosti sběru dat jsem, při

stanovování segmentů, přihlíдела také k jejich dostupnosti a respektovala přirozené linie skály. Pro lepší představu je rozčlenění též patrné z vegetačních map na obrázcích 16, 17 a 18 (kapitola 4) a na obrázcích 28 – 33 v příloze.

3.3.1 Sledované druhy

Prováděla jsem kvantitativní monitoring druhů *Dianthus gratianopolitanus*, *Saxifraga paniculata* a *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica*.

Sběr dat jsem prováděla ve dvou vegetačních sezónách tj. duben – říjen 2011 a 2012, převážně v době, kdy byly sledované druhy v květu, pro jejich snadnou identifikaci.

Jednotku vegetačního pokryvu (abundance druhů) jsem stanovila na 50 x 50 cm. V průběhu slaňování jsem sledovala a zaznamenávala počet těchto jednotek v jednotlivých segmentech. V každém segmentu jsem zaznamenávala abundanci jednotlivých druhů (*D. gratianopolitanus*, *S. rosacea* subsp. *sponhemica*, *S. paniculata*). Výsledky kvantitativního sběru dat o druzích jsem zakreslovala do vegetačních map. Počty jednotek vegetačního pokryvu jsem poté převedla na procento pokryvnosti druhů v každém segmentu.

3.3.2 Hodnocené environmentální faktory

Sledování environmentálních faktorů jsem prováděla lokálním průzkumem aktuálního stavu. Hodnoty jsem opět zaznamenávala pro každý segment skály zvlášť, tj. že každý segment se výsledně nacházel v určité kombinaci těchto 9 faktorů.

Vybrané environmentální faktory a jejich kvalifikace:

- Orientace vůči světovým stranám (JV; V; SV; S; SZ; Z)
- Zastínění (žádné; částečné; plné)
- Výška skály (0 – 25m; 26 – 56m; 57 – 76m)
- Půda (ano – ne)
- Netopýří trus (ano – ne)
- Pukliny ve skále (0; horizontální; diagonální)
- Soudržnost skály (ano – ne)
- Zahrádky v zástavbě (ano – ne)
- Sanace (ano – ne)

Pro kvantifikaci světelných podmínek jsem zvolila environmentální proměnné:

orientace skály vůči světovým stranám a zastínění vegetací. Sklon svahu byl často charakteristický pro stejnou výšku skalní stěny (viz kapitola 2.4.2 Výška skály) a zvlášť sledován tedy nebyl.

Hlavní skalní stěna je orientována severně. Dílčí segmenty jsou však orientovány i jinými směry. Orientaci skály vůči světovým stranám jsem zjišťovala pomocí buzoly. Pozorovala jsem orientaci jihovýchodní, východní, severovýchodní, severní, severozápadní nebo západní. Kvůli plasticitě skály nebyla vždy orientace segmentu jasná. V případě, že se daný segment nacházel na rozhraní dvou světových stran, rozhodla jsem ve prospěch té, na kterou byla orientována většina plochy segmentu.

Zastínění plochy skalní stěny jsem kategorizovala v závislosti na keřovém a stromovém patře. Vizuálně jsem zhodnotila, zda porostem, pod kterým se nacházejí sledované druhy, procházelo sluneční záření. Tuto tzv. míru zastínění jsem kvalifikovala do tří kategorií, tj. plochy plně zastíněné; plochy částečně zastíněné; plochy nezastíněné. Přičemž plochy plně zastíněné se téměř celé nacházely pod porostem, který nepropouštěl téměř žádné sluneční záření. Jako plochy částečně zastíněné jsem označila ty, jež byly vyšší vegetací ovlivněny, ne však do takové míry, aby jimi neprostupovalo sluneční záření.

Pro zjištění vlivu mezoklimatu říčního údolí, sklonu svahu nebo i složení společenstev na výskyt sledovaných druhů, jsem zvolila souhrnou proměnnou: **Výška skály**. Výšku skály jsem měřila spuštěným lanem, na němž byly vyznačeny metry. Na základě jejích hodnot jsem skálu rozčlenila do 3 výškových kategorií tj. 0 – 25m; 26 – 56m; 57 – 76m. Rozsah těchto kategorií také odpovídal obecnému charakteru skalní stěny a přítomné vegetace.

Na skalních římsách či terasách, nebo i na svažitých částech skály, jsem sledovala viditelnou prezenci **půdy**. Ve strmých částech skalní stěny se většinou nevyskytovala. Ve sporných případech jsem hodnotila, zda převažovala plocha s prezencí či absencí půdy.

Netopýří trus se vyskytoval ostrůvkovitě pouze v blízkosti možných útočišť populací netopýřů. Jednalo se o drobný trus v suchém stavu, zachycený na horizontálních formacích skály. V případě sporného výskytu mezi segmenty, jsem

přihlédla k jeho kvantitě a poloze. Dalo se totiž předpokládat, že potenciálně ovlivněná plocha bude spíše ve spodnější části skály, tedy pod nalezištěm trusu.

Ve skalních formacích se často vyskytovaly **pukliny** různého charakteru, které zřídka zasahovaly do větší části skalní stěny. Rozdělila jsem je do kategorií podle jejich orientace na horizontální či diagonální. Třetí možností byla úplná absence puklin. Horizontální pukliny byly spíše mělké a úzké, dlouhé převážně kolem 2 – 3 metrů. Diagonální pukliny byly hlubší, široké převážně kolem 5 – 10 cm a dlouhé přibližně 5 metrů.

Již v rámci bezpečného slanění daného sektoru jsem vždy zjišťovala **soudržnost skalního materiálu**, jež jsem poté hodnotila. Na plochách, ve kterých se z nějakého důvodu nebylo možné pohybovat, jsem soudržnost skály odhadovala na základě dřívějších poznatků a vizuálním srovnáním s okolním materiálem. Hodnotila jsem tedy, zda skála „padá“ či nikoliv.

Zahrádky v zástavbě nad skalní stěnou se vyskytovaly především nad segmenty v první třetině skalní stěny od západu.

Sanační prvky se vyskytovaly převážně v nižších částech skalní stěny. Tyto prvky pozůstalé po historických sanacích představují sítě, žebříky a tyče. V nynější době se již dají označit za neúčinné.

3.4 Analýza dat

Soubor dat jsem testovala nejprve v programu *Statistica* verze 10.0 pomocí analýzy rozptylu One-way ANOVA pro zjištění, zda environmentální faktory na 5% hladině významnosti mají vliv na podíl pokryté plochy sledovanými druhy.

Proměnné, u kterých byla prokázána signifikance na 5% hladině významnosti jsem dále testovala pro zjištění, jak se jednotlivé skupiny dat vzájemně liší. K tomuto účelu jsem použila Fisherův *Least Significant Difference* test homogenity dat; (ANOVA, LSD test $p < 0,05$).

Pro určení trendů ve společenstvech vybraných chráněných druhů a zjištění korelací nezávislých environmentálních proměnných, jsem použila metodu analýzy hlavních komponent (PCA). Míru závislosti výskytu druhů na environmentálních proměnných jsem počítala též pomocí *Pearsonova korelačního koeficientu*, který však zohledňuje pouze vztahy mezi environmentálními proměnnými a druhy, nikoli vzájemné korelace mezi proměnnými.

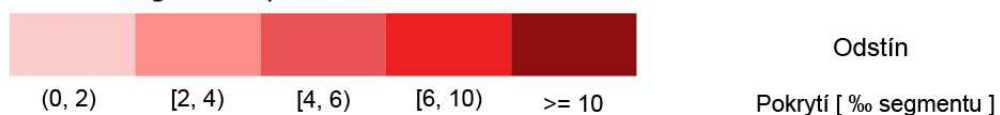
Pro zjištění, z kolika procent z celkové variability dat o výskytu jednotlivých druhů se podílejí jednotlivé environmentální proměnné, byly tyto proměnné analyzovány pomocí redundanční analýzy (RDA). Metodou *forward selection* do RDA vstupovaly vybrané proměnné (orientace S, SV a JV; půda; zahrádky; horizontální pukliny). Tento krok posloužil k určení hlavních vysvětlujících environmentálních proměnných. K testování statistické významnosti jednotlivých vysvětlujících proměnných jsem použila RDA a *MonteCarlo* permutační test. Statistická analýza probíhala v programu CANOCO for Windows 4.0 (Ter Braak & Šmilauer 1998).

4 Výsledky

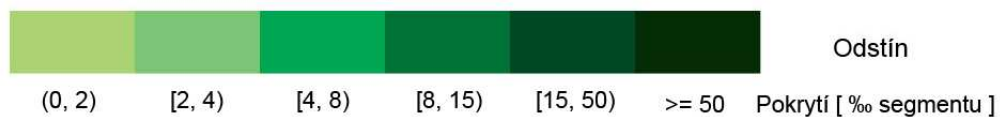
4.1 Podíl pokryté plochy sledovanými druhy

Na celkové ploše skály (cca 24 613m²) jsem zaznamenala pokrytí druhem *Saxifraga rosacea* subsp. *sponhemica* 164m² (0,664% plochy skály), *Saxifraga paniculata* 69m² (0,278% plochy skály) a *Dianthus gratianopolitanus* 35m² (0,142% plochy skály). Tento podíl pokryté plochy skalní stěny jednotlivými druhy je patrný z vegetačních map pokrytí. Na obrázcích 16, 17 a 18 je zobrazen první a zároveň nejvariabilnější západní komplex skalní stěny. V každém segmentu je znázorněno pokrytí druhů v promilích na plochu daného segmentu podle odstínu barvy (obr. 15): červené (*D. gratianopolitanus*), zelené (*S. rosacea* subsp. *sponhemica*) nebo modré (*S. paniculata*). Sytější odstín barvy značí vyšší podíl pokryté plochy sledovanými druhy. Bílé segmenty potom značí nulový výskyt daného druhu. Vegetační mapy pokračující skalní stěny směrem na východ jsou k nalezení v příloze (obr. 28 – 33).

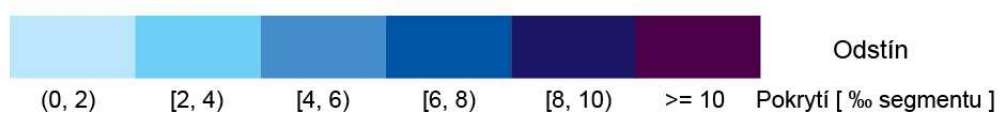
Dianthus gratianopolitanus



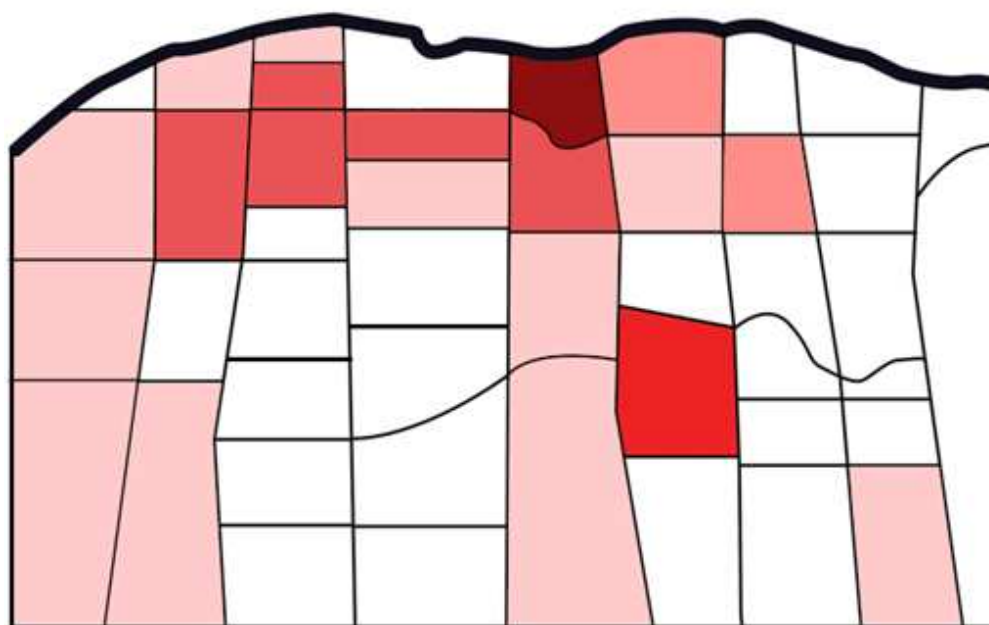
Saxifraga rosacea subsp. sponhemica



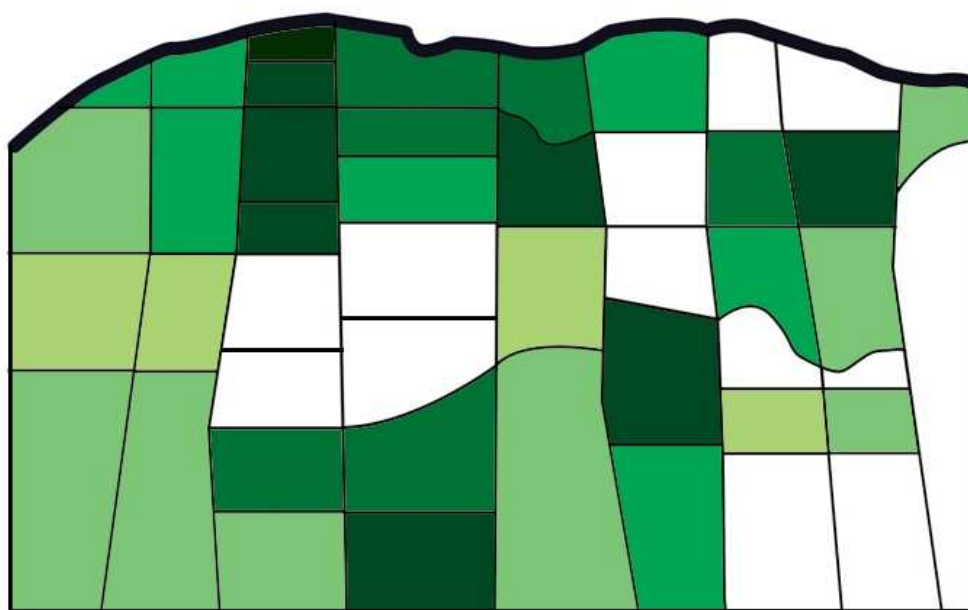
Saxifraga paniculata



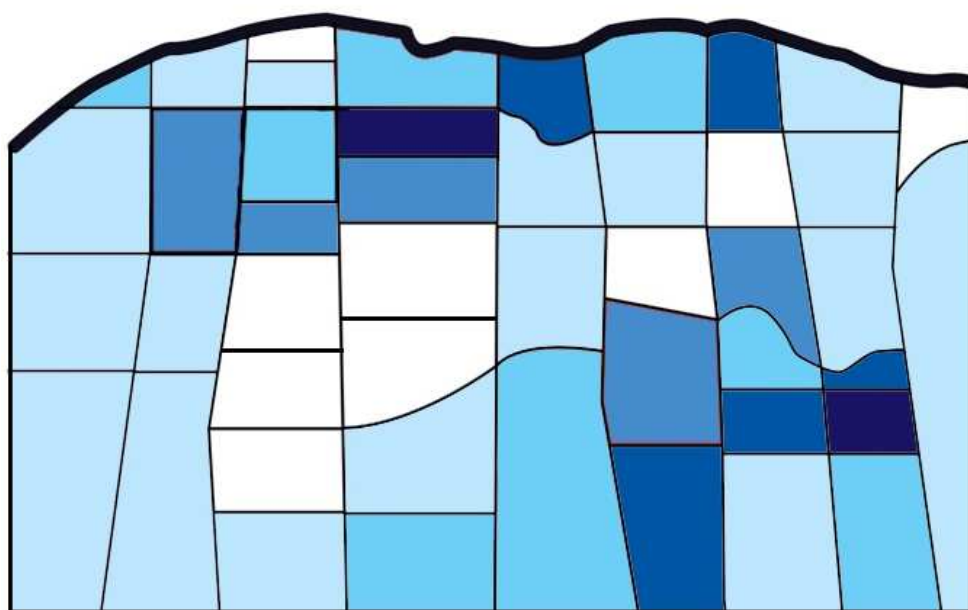
Obrázek 15: Legenda k mapám pokrytí: podíl pokryté plochy [‰] podle odstínů barev



Obrázek 16: Podíl pokryté plochy druhem *D. gratianopolitanus* první části skalní stěny od západu



Obrázek 17: Podíl pokryté plochy druhem *S. rosacea* subsp. *sponhemica* první části skalní stěny od západu



Obrázek 18: Podíl pokryté plochy druhem *S. paniculata* první části skalní stěny od západu

4.2 Vliv environmentálních faktorů na výskyt sledovaných druhů

Na základě Pearsonova korelačního koeficientu byla zjištěna míra závislosti výskytu jednotlivých druhů a environmentálních faktorů, jež je znázorněna v tabulce 2, kde jsou šedě zvýrazněny hodnoty vyšší míry závislosti. Kladné hodnoty korelačního koeficientu znamenají pozitivní závislost míry pokryvnosti druhu na environmentální proměnné. Záporné hodnoty potom značí negativní závislost. Výskyt *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* slabě koreluje s výškou skály a středně silně s prezencí zahrádek. Se zahrádkami také slabě koreluje výskyt *S. paniculata*. Výskyt *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* slabě korelují s přítomností půdy na skále. Tento koeficient však nezohledňuje vzájemné korelace mezi proměnnými.

	Výška	Zastínění	Expozice	Pukliny	Zahrádky
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	0,3465	-0,0924	-0,1432	-0,0679	0,4195
<i>S. rosacea</i> subsp. <i>sponhemica</i>	0,3287	-0,1299	-0,1393	-0,0540	0,5015
<i>S. paniculata</i>	0,1986	-0,0619	-0,1629	-0,0538	0,3551

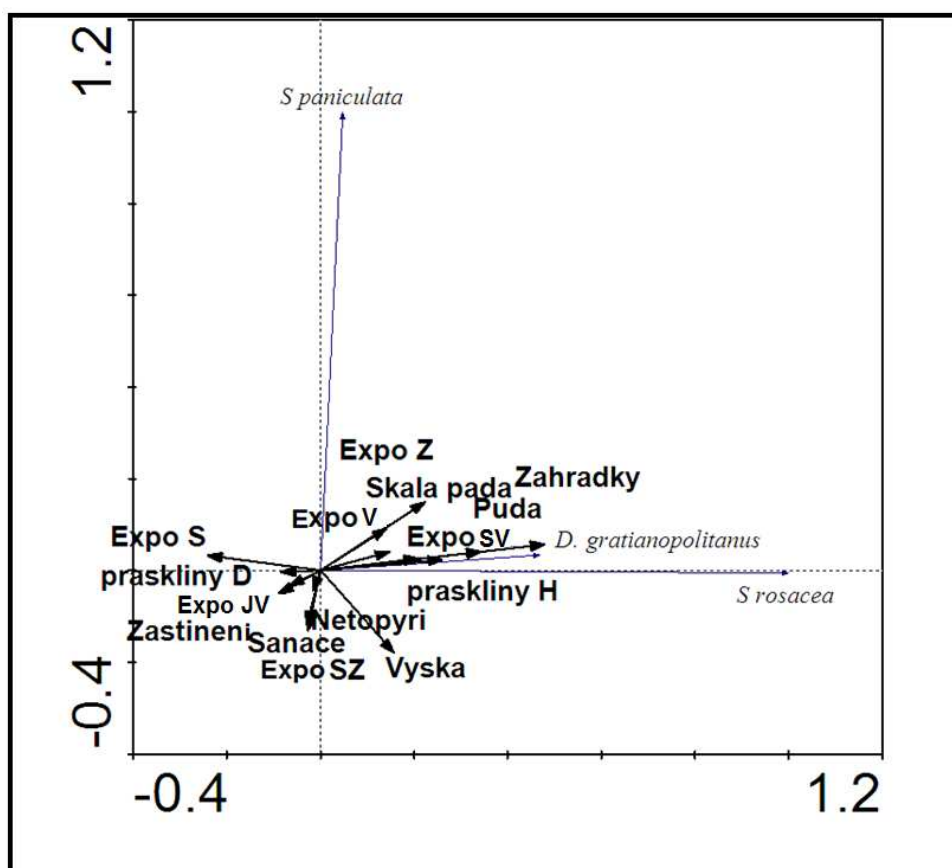
	Netopýří trus	Půda	Soudržnost	Sanace
<i>Dianthus gratianopolitanus</i>	-0,0688	0,2198	-0,0952	0,0905
<i>S. rosacea</i> subsp. <i>sponhemica</i>	-0,0847	0,2398	-0,0474	-0,0022
<i>S. paniculata</i>	-0,0891	0,1722	-0,0448	0,0216

Tabulka 2: Hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu pro závislosti výskytu druhů na faktorech

0,1 – 0,3 = korelace slabá 0,7 – 0,8 korelace silná

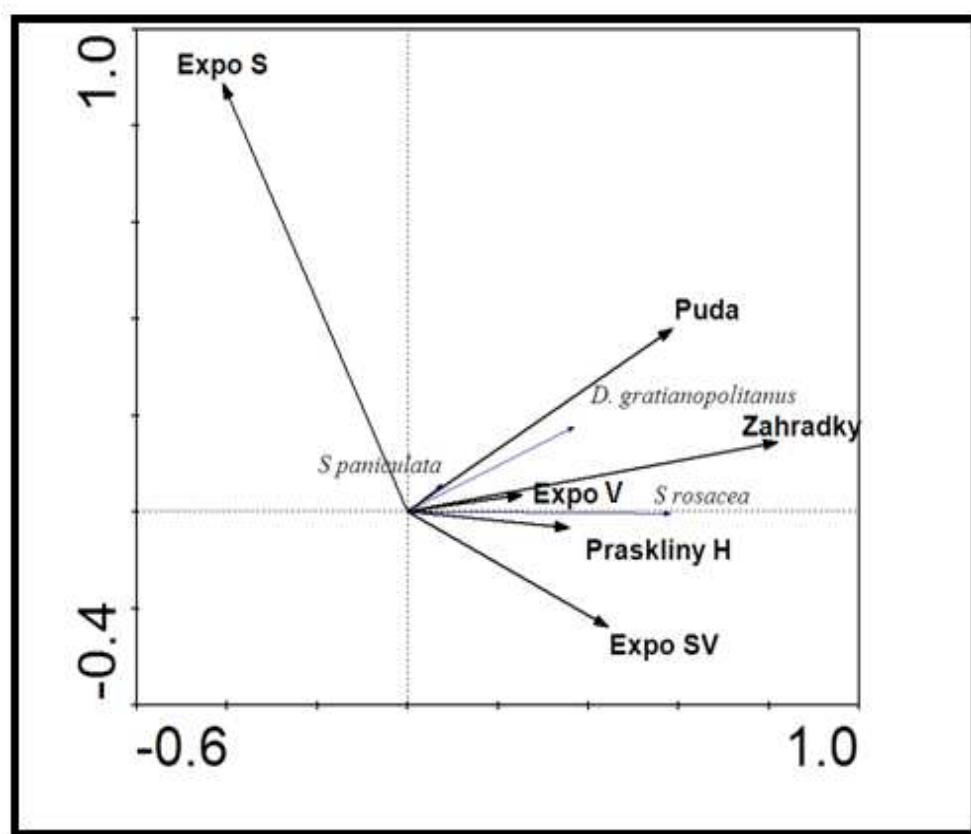
0,4 – 0,6 = korelace střední > 0,9 korelace velmi silná

PCA diagram (obr. 19) vysvětlující 97,7% variability dat ukazuje, že výskyt druhu *S. paniculata* koreluje s druhou ordinační osou vysvětlující 8,1% variability a není vázán na žádnou ze sledovaných environmentálních proměnných. Druhy *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus* jsou korelovány s první ordinační osou vysvětlující 89,6% variability dat. Druhy *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus* rostou v horizontálních puklinách. Dále lze pozorovat, že druh *D. gratianopolitanus* je korelován se severovýchodní orientací, výskytem půdy a zahrádek a negativně korelován se zastíněním.



Obrázek 19: PCA diagram korelací výskytu druhů s environmentálními proměnnými

Na RDA diagramu (obr. 20) je zobrazen vztah jednotlivých druhů k environmentálním proměnným, které složení společenstva statisticky významně ovlivňují ($p < 0.05$, MonteCarlo permutační test). Diagram vysvětluje 30,9% variability dat. Zde lze pozorovat, že abundance druhu *S. rosacea* subsp. *sponhemica* koreluje s výskytem horizontálních puklin, což je ve shodě i s údaji na PCA diagramu. Abundance tohoto druhu dále vzrůstá ve směru východní orientace. Abundance druhů *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus* koreluje s přítomností zahrádek. Abundance druhu *D. gratianopolitanus* navíc koreluje s výskytem půdy. Abundance druhu *S. paniculata* vzrůstá ve směru severní orientace.



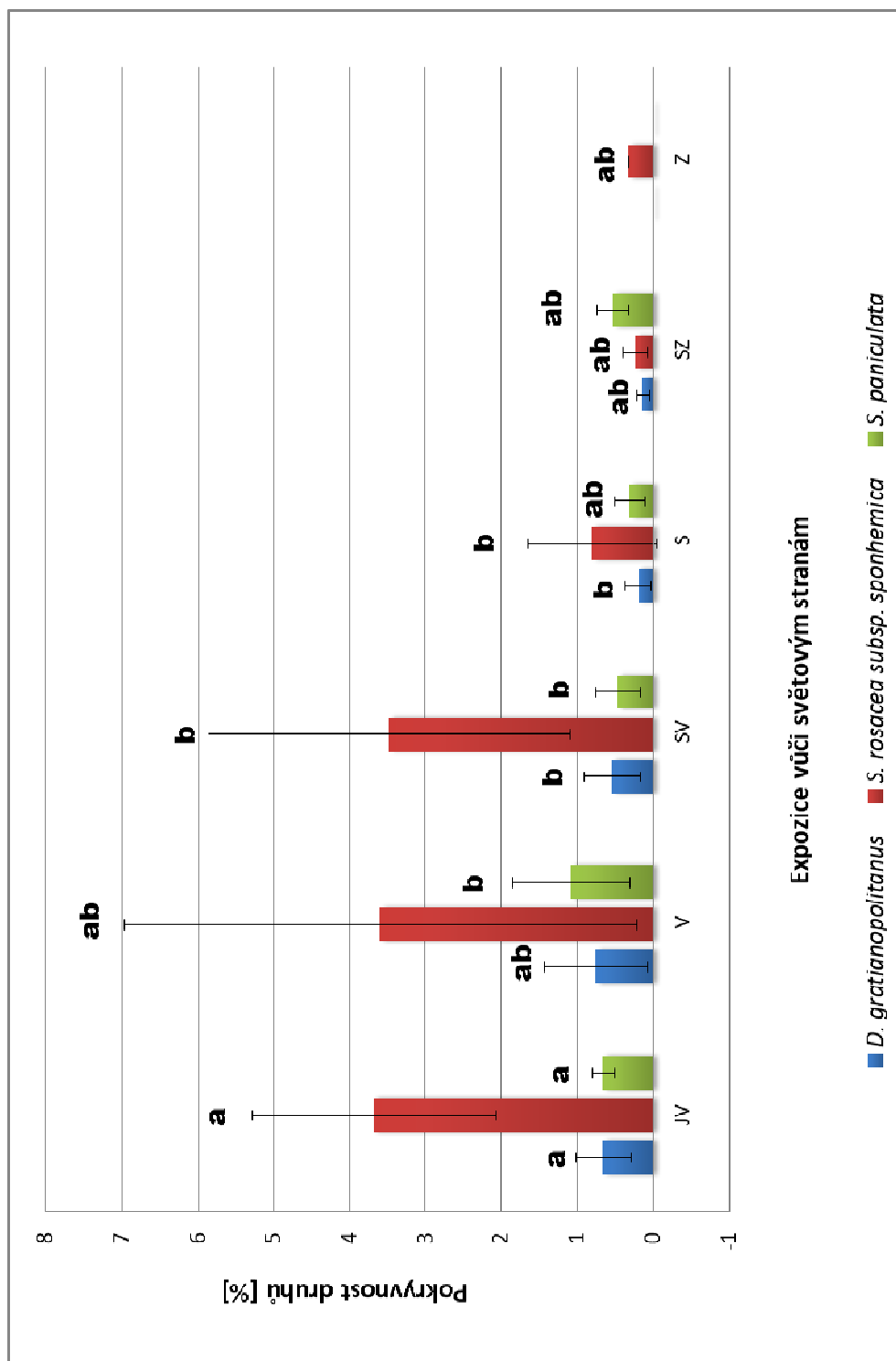
Obrázek 20: RDA diagram korelací výskytu druhů s environmentálními proměnnými, jež výskyt druhů statisticky významně ovlivňují

4.2.1 Vliv orientace vůči světovým stranám

Pomocí testu analýzy rozptylu (*One-way ANOVA*) byl na 5% hladině významnosti prokázán signifikantní vliv orientace vůči světovým stranám na všechny sledované druhy.

Z obrázku 21 je zřejmá preference orientace jihovýchodní, východní a severovýchodní všemi druhy. *S. paniculata* se také často vyskytovala na severozápadně orientovaných plochách, v nichž měly druhy *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* výskyt nejnižší. Ploch orientovaných na JV, V a SV bylo pozorováno přibližně 40% z celkového počtu ploch, na SZ okolo 5% a zbylých okolo 55% byly plochy orientovány na sever.

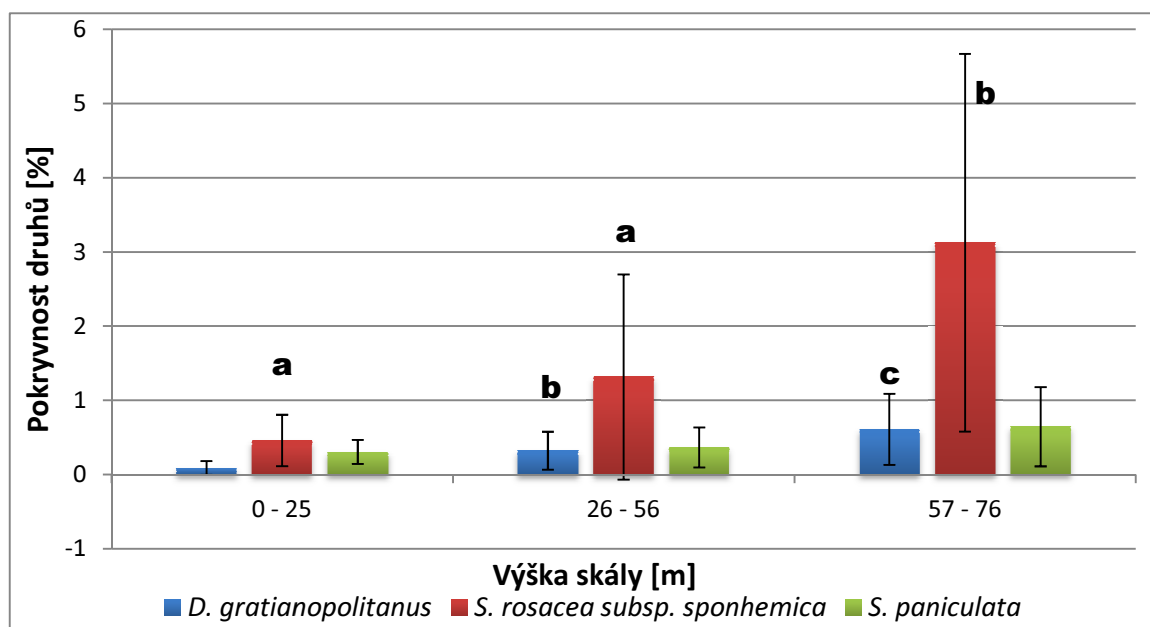
Fisherův LSD test ($p < 0,05$) ukázal konkrétní rozdíly ve výskytu druhů mezi různými orientacemi vůči světovým stranám. Na základě homogenity skupin různých orientací vůči světovým stranám bylo možné identifikovat významné rozdíly jejich vlivů na výskyt druhů. Pro výskyt druhů *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* byl mezi vlivem JV a SV prokázán statisticky významný rozdíl, stejně tak mezi vlivem JV a S. Mezi vlivem zbylých orientací vůči světovým stranám nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. V případě vlivu orientace svahu na výskyt druhu *S. paniculata* byl statisticky významný rozdíl mezi orientací svahu na JV a V, a také na JV a SV. Zbylé skupiny se statisticky významně nelišily.



Obrázek 21: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu pro různé orientace. Stejnými písmeny jsou označeny statisticky homogenní skupiny (ANOVA, LSD test $p < 0,05$)

4.2.2 Vliv výšky skály

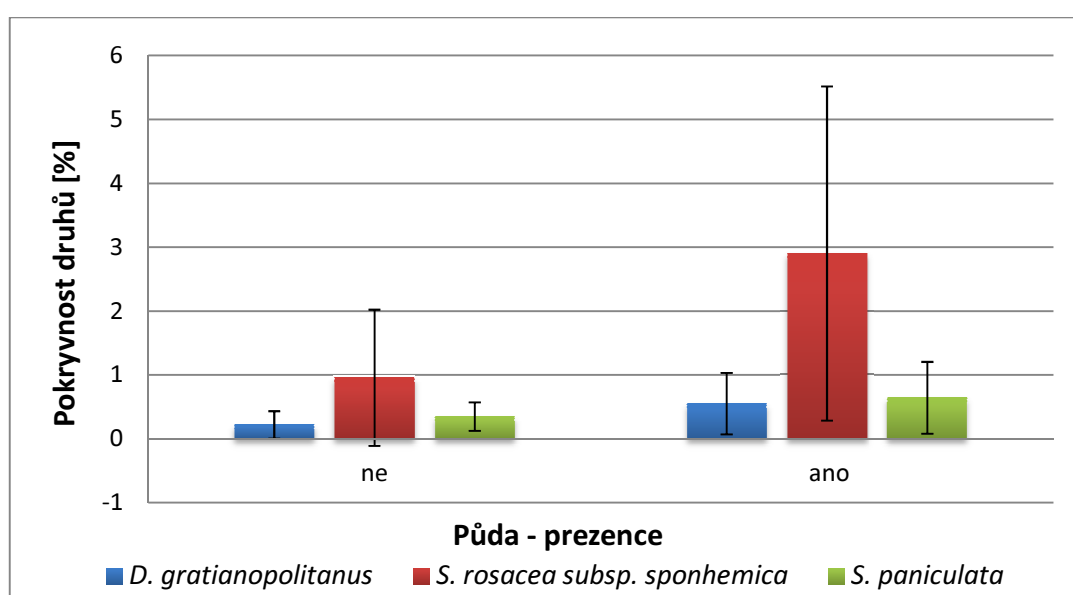
Na 5% hladině významnosti byl prokázán signifikantní vliv výšky skály na abundanci druhů *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica*. Z obrázku 22 je patrná preference nejvyšší části skály tj. 56 – 76 m všemi druhy. Převážně pro druhy *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea* subsp. *sponhemica* platí, že s klesající výškou skály klesala i podíl pokryté plochy skály těmito druhy a v nejnižších polohách byl tedy nejnižší. Podle LSD testu ($p < 0,05$) se v případě výskytu druhu *D. gratianopolitanus* všechny tři výškové kategorie skály statisticky významně liší. U *S. rosacea* subsp. *sponhemica* se statisticky významně lišil výskyt druhu v poslední výšce (56 – 76 m) od zbylých dvou (0 – 25; 26 – 56), jež byly statisticky homogenní. Druh *S. paniculata* nebyl testován na homogenitu dat z důvodu neprokázané signifikance vlivu výšky skály na jeho výskyt.



Obrázek 22: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu pro různé výšky skály. Stejnými písmeny jsou označeny statisticky homogenní skupiny (ANOVA, LSD test $p < 0,05$)

4.2.3 Vliv půdy

Byl prokázán signifikantní vliv (ANOVA $p < 0,05$) přítomnosti půdy na abundanci všech sledovaných druhů. Všechny druhy preferovaly přítomnost půdy (obr. 23). Největší vliv měla přítomnost půdy na abundanci druhu *S. rosacea* subsp. *sponhemica*, kdy byl průměrný podíl pokryté plochy téměř až třikrát vyšší na plochách, na nichž se vyskytovalo více půdy.

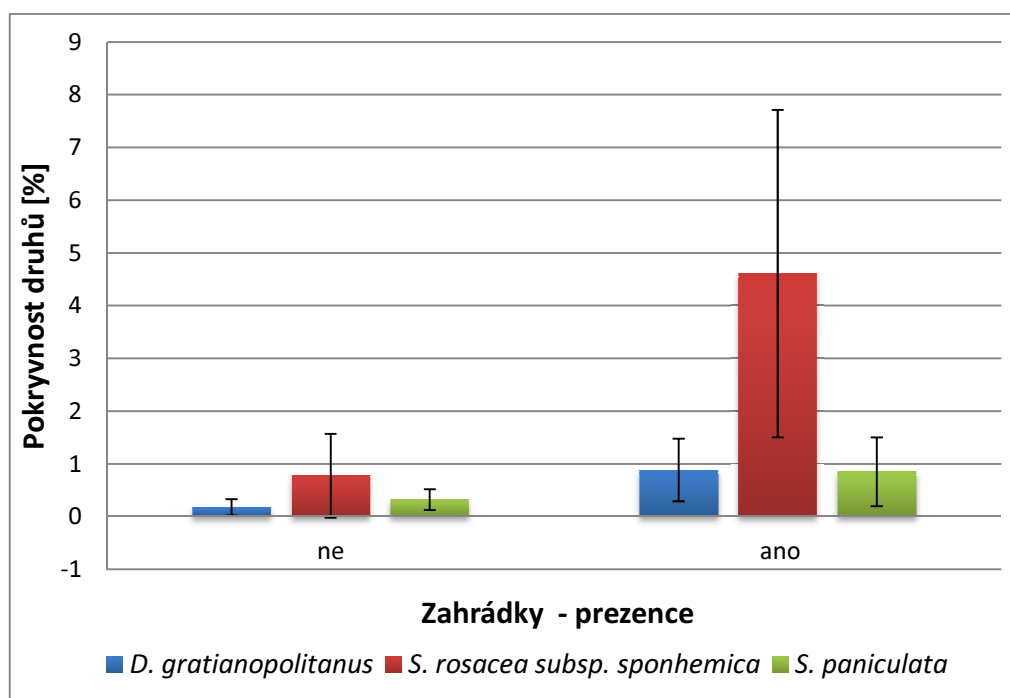


Obrázek 23: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu při absenci (ne) a prezenci (ano) půdy

4.2.4 Vliv zahrádek

Byla prokázána také signifikance (ANOVA $p < 0,05$) vlivu přítomnosti zahrádek nad skalním segmentem na výskyt všech sledovaných druhů. Všechny druhy se vyskytovaly více na plochách potenciálně ovlivněných přítomností zahrádek. Na obrázku 24 lze pozorovat nejvyšší preference přítomnosti zahrádek u druhu *S.*

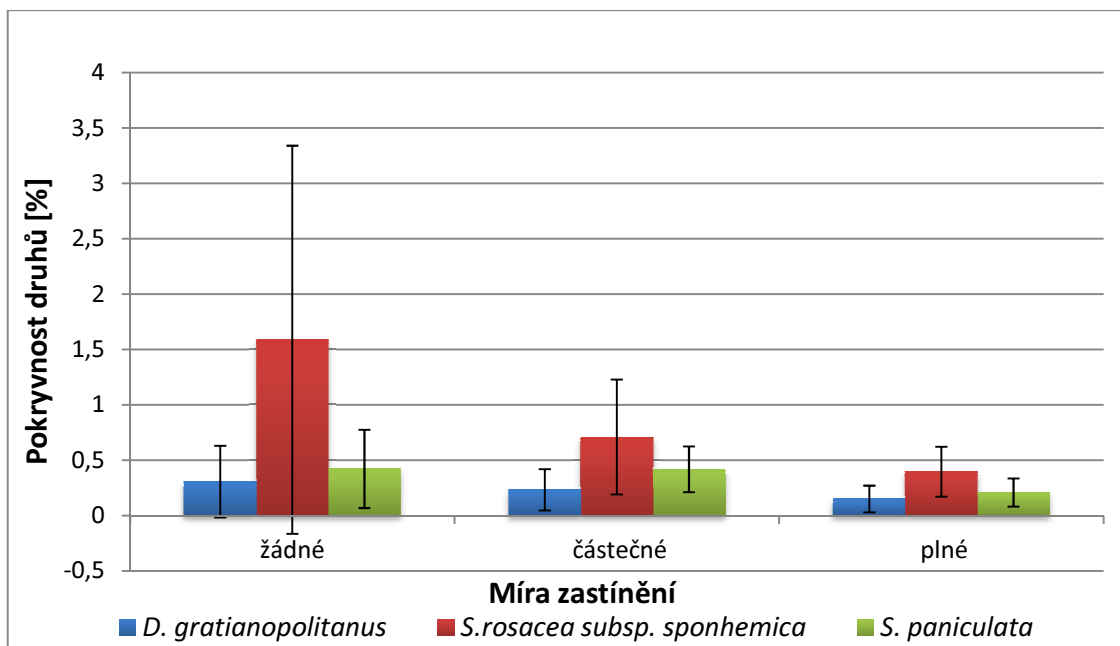
rosacea subsp. *sponhemica*, kdy byl průměrný podíl pokryté plochy tímto druhem až několikanásobně vyšší ve srovnání s plochami bez ovlivnění zahrádkami. O něco méně potom preferoval přítomnost zahrádek druh *D. gratianopolitanus*. Ještě menší rozdíl je pozorovatelný u druhu *S. paniculata*, jež je však stále více než dvojnásobný.



Obrázek 24: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu při absenci (ne) a prezenci (ano) zahrádek

4.2.5 Vliv zastínění

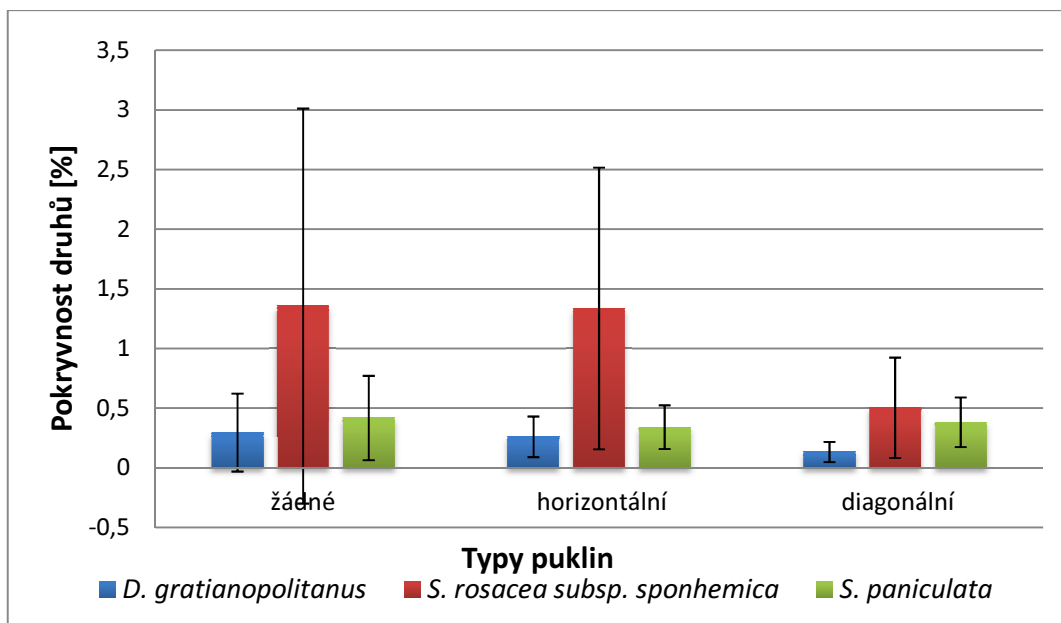
U všech sledovaných druhů lze pozorovat vyšší podíl pokryté plochy skály na plochách nezastíněných. Všechny druhy (především však *S. paniculata*) vykazovaly pak také vyšší pokryvnost v částečně zastíněném segmentu, oproti plně zastíněnému (obr. 25). Tento jev se však neprokázal jako signifikantní (ANOVA $p < 0,05$).



Obrázek 25: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu při různých mírách zastínění

4.2.6 Vliv puklin ve skále

Z obrázku 26 je patrné, že druhy *D. gratianopolitanus* a *S. rosacea subsp. sponhemica* se často vyskytovaly v horizontálních puklinách nebo na neporušených plochách bez puklin. Tento jev se však opět neprokázal jako signifikantní (ANOVA $p < 0,05$).



Obrázek 26: Průměrné (+/- směrodatná odchylka) hodnoty [%] podílu pokryvnosti druhů na plochu segmentu při prezenci různých typů puklin (horizontální, diagonální) nebo při jejich absenci (žádné)

4.2.7 Vliv netopýřího trusu, sanací a soudržnosti skály

Vliv těchto proměnných nebyl na 5% hladině významnosti prokázán jako signifikantní a nic nenaznačuje tomu, že by byl jakkoliv významný.

5 Diskuse

5.1 Hypotéza: severní orientace svahu je pro sledované druhy pozitivním faktorem

Webb 1950, Webb a Gornall (1989) a Drábková (1999) popisují u sledovaných druhů rodu *Saxifraga* preferenci severní orientace, Ložek (1974) navíc ještě severozápadní či západní. Tato hypotéza tedy předpokládá, že druhy rodu *Saxifraga* nesnášejí přímé slunce. U druhu *D. gratianopolitanus* není známá preference orientace vůči světovým stranám, ale podle Käsermanna (1999) a Kovandy (1982) vyhledává spíše osluněné svahy.

Zdá se pravděpodobné, že druhy preferují severní orientaci svahu, jelikož celý skalní komplex Tetínských skal je orientován severně, avšak z důvodu variability svahu jsem pozorovala i odlišné expozice. Bylo tedy otázkou zda, v rámci severní stěny druhy nepreferují orientace jinými směry. Mé pozorování však může být mírně zkresleno faktem, že míra expozice závisí také na sklonu svahu, který jsem sledovala pouze v rámci jednotlivých výškových kategorií skalní stěny.

Výsledky analýz prokázaly signifikantní vliv orientace skalní stěny na všechny sledované druhy. Podle redundanční analýzy mírně vzrůstá abundance druhu *S. paniculata* ve směru severní expozice. Všechny tři sledované druhy však zjevně preferovaly plochy s orientací severovýchodní, východní a jihovýchodní. Z těchto výsledků se dá usuzovat zvýšená míra pokryvnosti směrem na východ. Z analýzy hlavních komponent je navíc zřejmá negativní korelace východní orientace plochy s jejím

zastíněním vyšší vegetací. Výsledky analýz tímto spíše předpovídají preferenci vyššího oslunění, než je tomu na severní stěně. Důvodem, proč se druhy nevyskytují stejně hojně na straně západní či severozápadní, může být skutečnost, že ačkoliv dopadající sluneční záření na východně a západně orientované svahy je symetrické, neexistuje na nich však symetrie v tepelné bilanci. Na východních svazích je totiž zvýšená ztráta energie na výpar ranní rosy. Na západních svazích sluneční záření může rozechřívát substrát na příliš vysokou teplotu a snižovat tak vlhkost stanoviště.

Z lokálního průzkumu a z nasbíraných dat se dá také usoudit vliv překrývání skalních výchozů navzájem. Plochy orientované východním směrem byly v některých případech kryty dalším skalním výchozem. Totéž platilo i pro plochy s orientací západní. Tento jev sice nebyl pravidlem, ale i tak mohl pozitivně ovlivnit výskyt druhů rodu *Saxifraga* na východních stěnách. *D. gratianopolitanus* se na východně orientovaných plochách vyskytoval spíše na horních okrajích skal, kam sluneční záření zasahovalo, což sledoval i Käsermann (1999).

5.2 Hypotéza: zastínění dřevinami je pro druhy negativním faktorem

Podle Küstera (1996), Wassmera (1998) a Mullera (2006) má rostoucí hustota stromového patra, a tím zvyšující se zastínění skal, negativní následky na druhy skalních stěn. Výsledky mého sledování tuto hypotézu potvrzují. Především druhy *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus* vykazovaly podstatně vyšší pokryvnost v případě nezastíněných ploch vyšší vegetací a *S. paniculata* měla vysokou abundanci

také na plochách částečně zastíněných, což potvrzuje i Drábková (1999) a Webb & Gornall (1989). Tento jev se však neprokázal jako signifikantní.

5.3 Přítomnost zahrádek a půdy má pozitivní vliv na výskyt druhů

Organický odpad ze zahrádek obohacuje stanoviště o humusovou složku (Lorenz & Lal 2009), což by do určité míry mohlo pozitivně ovlivňovat výskyt druhů. Sledované druhy, především však *S.rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*, jsou konkurenčně slabé a vyšší vrstva půdy zvyšuje také mezidruhovou kompetici. Na nevhodnost přítomnosti nahromaděného humusu na stanovišti druhu *S.rosacea* subsp. *sponhemica* právě kvůli vyšší konkurenci poukazuje například Boswartová (1983). Webb (1950), Kovanda (1982), Webb & Gornall (1989), Hrouda & Šourková (1993) a Drábková (1999) popisují výskyt sledovaných druhů na otevřených stanovištích v mělkých půdách. Toto pozorování právě ovlivňuje fakt nízké schopnosti konkurence těchto druhů a vyšší odolnost vůči relativnímu nedostatku vody na takovýchto typech stanovišť.

Podle redundanční analýzy byl výskyt všech sledovaných druhů významně pozitivně korelován s přítomností půdy a zahrádek. Dá se předpokládat, že vyšší vrstva půdy byla v některých případech pozitivně ovlivněna přítomností zahrádek, s nimiž také korelovala.

Podle mého pozorování se však na stanovišti neobjevovaly hlubší vrstvy půdy, z důvodu nemožnosti uchycení na skalní stěně. Jednalo se tedy pouze o viditelnou

přítomnost půdy, což by mohlo mít pozitivní následky i pro sledované konkurenčně slabé druhy. Nevyskytuje se zde nahromaděný humus, nicméně substrát by mohl být obohacený o živiny z odpadů zahrádek. Tuto domněnku potvrzuje i Kovanda (1982), který u druhu *D. gratianopolitanus* popisuje preferenci lehkých půd.

5.4 Hypotéza: druhy preferují horizontální pukliny

Spolu s přítomností půdy a zahrádek byla pozitivně korelována také přítomnost horizontálních puklin. Výzkum jsem prováděla s předpokladem, že sledované druhy preferují horizontální pukliny, jelikož podle Brady a Weil (1999) se v puklinách může zadržovat srážková voda a tím významně ovlivnit vodní bilanci stanoviště. Je zřejmé, že voda se bude lépe zadržovat v puklinách horizontálních. Dalším důvodem pro preferenci horizontálních puklin byla možná přítomnost půdy přímo v puklinách. Tuto domněnku potvrzuje analýza hlavních komponent, jelikož přítomnost horizontálních puklin pozitivně korelovala s výskytem půdy.

Zdroje Webb (1950), Webb & Gornall (1989) nebo Hrouda a Šourková (1993) uvádějí pro druhy *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *S. paniculata* preferenci puklin ve skále. Stejně informace uvádí Sádlo (1998) pro druh *D. gratianopolitanus*. Redundanční analýza ukazuje preferenci horizontálních puklin u druhů *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*. I přes tato pozorování se preference neprokázala jako signifikantní, což může být způsobeno nižším počtem pozorování horizontálních puklin a skutečností, že pukliny často nezaujímalý dostatečně velkou část sledovaných ploch. U druhu *S. paniculata* není zřejmá preference ani horizontálních ani diagonálních puklin.

Vysvětlením pravděpodobně bude vyšší výskyt druhu *S. paniculata* na severně orientovaných plochách, kde se pukliny spíše nevyskytovaly.

5.5 Hypotéza: s výškou skály roste abundance druhů

Podle studií o skalních stěnách v hlubokých říčních údolích (např. Jeník & Rejmánek 1969, Tichý 1999, Chytrý & Vicherek 1996, Jeník & Slavíková 1964, Zelený & Chytrý (2007) jsou na úpatí skály menší výkyvy teploty a vyšší vlhkost. Znatelné je také zastínění této části skalní stěny blízkým horizontem. Nejvyšší části skalní stěny by se naopak daly charakterizovat vyšším osluněním a vyšší průměrnou teplotou, což by se dalo považovat za příznivé především pro druhy *S. rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*, jež preferují spíše nezastíněné plochy. Navíc podle mého terénního průzkumu měla nejvyšší část skalní stěny často úhel nižší než 90°, což má na severně orientovaných plochách za následek vyšší oslunění. Tyto poznatky se shodují i s mým pozorováním, jelikož všechny sledované druhy preferovaly spíše horní části skalních stěn. U druh *S. paniculata* však závislost jeho výskytu na výšce nebyla prokázána jako signifikantní, což odpovídá i poznatkům Drábkové (1999) a Webba & Gornalla (1989), kteří popisují častý výskyt tohoto druhu i na stinnějších plochách.

Větší energetický požitek vyšších částí skalní stěny by podle Käsermanna (1999) a Kovandy (1990) mohl značně zvyšovat abundanci druhu *D. gratianopolitanus*. Navíc Käsermann (1999) u druhu *D. gratianopolitanus* popisuje přímou preferenci horních okrajů skal. Tuto domněnku potvrzují i mé výsledky, jelikož pokryvnost tohoto druhu

s výškou skalní stěny vzrůstala, s nejvyššími hodnotami v horních částech skalních stěn. Závislost druhu na výšce skalní stěny byla prokázána jako signifikantní.

Stejný trend jsem pozorovala i u druhu *S.rosacea* subsp. *sponhemica*, o němž Ložek (1974) nebo Drábková (1999) hovoří jako o druhu světlomilném a teplomilném. Hrouda & Šourková (1993) ovšem popisují preferenci stanovišť s vyrovnanými vlhkostními poměry, což by odpovídalo spíše nižším částem skal. Je však možná preference horních částí skal z důvodu nižšího zastínění blízkým horizontem, což potvrzuje právě Hrouda & Šourková (1993) a také možná preference biotopu štěrbinové vegetace vápnitých skal a drolin S1.1, který zde dominoval. Závislost tohoto druhu na výšce byla opět prokázána jako signifikantní.

5.6 Disturbance v podobě sanace skalní stěny

Zatímco faktory prostředí (mezoklima, světelné podmínky, atd.) jsou často trvalé a neměnné v rámci stovek či tisíců let, instalace sanací je jednorázová disturbance. V současnosti může vypadat vliv sanací jako nevýznamný, ačkoliv je například možné, že narušení mikrostanoviště instalací sanačních prvků mohlo v minulosti způsobit odsun druhů, ale v průběhu času jej zpět obsadily. Možný je i opačný efekt a to, obsazení nových mikrostanovišť tam, kde kvůli instalaci sanací se odstraňovaly dřeviny, které zastiňovaly plochu skály. Nemůžu tedy posoudit, zda nevýznamnost vlivu sanací v současnosti je odrazem skutečnosti, že neměly žádný vliv na druhy také v minulosti.

6 Závěr

Výsledky terénního průzkumu a sběru dat na lokalitě Tetínské skály ukázaly značné rozdíly v pokryvnosti druhů (*S.rosacea* subsp. *sponhemica*, *S. paniculata* a *D. gratianopolitanus*) mezi plochami skály ovlivňovanými různými kombinacemi environmentálních faktorů. Cílem mého výzkumu bylo určit ty environmentální faktory, které jsou pro sledované druhy podstatné.

Výzkum jsem postavila na několika hypotézách, jež předpokládají zvýšenou pokryvnost druhů na plochách (1) ve vyšších částech skalní stěny, (2) severně orientovaných, (3) nezastíněných vegetací, (4) podpořených přítomností horizontálních puklin ve skále a (5) netopýřím trusem.

Výška skály, jakožto souhrnná proměnná, jež determinuje ve vyšších polohách vyšší teplotu a nižší vlhkost, měla významný vliv na výskyt druhů. Převážně druhy *S.rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus* preferovaly především právě horní okraje skal, pravděpodobně z důvodu vyššího oslunění.

V rámci severní stěny druhy preferovaly spíše východně orientované plochy. Tyto plochy byly v nižších polohách často zastíněny dalšími skalními výchozy, případně méně často vyšší vegetací. Z těchto pozorování se dá považovat východní orientace za alternativu k severně orientovaným svahům, avšak jen v případě nižšího zápoje stromového patra.

Předpoklad, že zastínění dřevinami negativně ovlivňuje výskyt druhů, se potvrdil a to opět, především u druhů *S.rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*.

Preference horizontálních puklin byla potvrzena jen zčásti. Na plochách skály s puklinami byl mírně zvýšený výskyt druhů *S.rosacea* subsp. *sponhemica* a *D. gratianopolitanus*. Důvodem neprůkaznosti statistických analýz může být nedostatečná hustota puklinového systému na stanovišti.

Jako překvapivě pozitivní faktor pro všechny druhy se projevila přítomnost zahrádek v zástavbě nad skalní stěnou a přítomnost půdy, jež spolu také navzájem korelovaly. Dá se tedy předpokládat preference vrstvy půdy s vyšším množstvím organické složky. Naopak netopýří trus neměl vliv na výskyt žádný ze sledovaných druhů, což může být způsobeno jeho velmi malým výskytem.

Tento výzkum představuje vůbec první kvantitativní monitoring druhů *S.rosacea* subsp. *sponhemica*, *S. paniculata* a *D. gratianopolitanus* na lokalitě Tetínské skály a přispěl k pochopení vztahů mezi těmito druhy a prostředím. S použitím svých výsledků uvažuji pro budoucí monitoring těchto významných reliktních druhů.

Především by výsledky mého výzkumu měly sloužit jako podklad při sestavování plánů péče o lokality s těmito chráněnými druhy. Měly by se zohlednit nově zjištěné či potvrzené skutečnosti a provádět pravidelná managementová opatření pro podporu výskytu druhů nejen na lokalitě Tetínské skály. V první řadě je nutné udržování dostatečného oslunění ploch. Je tedy žádoucí pravidelný průřez

dřevin, jejichž sukcese neustále zvyšuje zastínění plochy skalních stěn a upřednostňuje tak konkurenčně silnější druhy. Navíc aktuálně by mohl tento výzkum posloužit i pro posouzení budoucích sanací při modernizaci železničního koridoru Praha – Beroun.

7 Seznam literatury

Blažková D. (1964): Rozčlenění vegetace na údolních svazích v oblasti Orlické nádrže [Pattern of distribution of plant communities in the area of Orlick reservoir]. – In: Jeník J. (ed.), Vegetační problémy při budování vodních děl [Vegetation issues related to the construction of water reservoirs], p. 21–37, NČSAV, Praha.

Brady, N.C. a Weil, R.R., (1999): The Nature and Properties of Soils, 12th ed. Prentice Hall Inc., New Jersey.

Brunnerová, Z. (1974): Těžba nerostných surovin v chráněné krajinné oblasti Český kras. Bohemia centralis, 3: 80-100

Chen, Y., Barak, P., (1982): Iron nutrition of plants in calcareous soils. Advances in Agronomy 35, 217–240.

Chytrý M. & Vicherek J. (1996): Přirozená a polopřirozená vegetace údolí řek Oslavy, Jihlavy a Rokytne. – Přírodověd. Sborn. Západo-morav. Muz. Třebíč, 22: 1–125.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. eds. (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 445 str.

Chytrý, M. & Tichý, L. (1998) Phenological mapping in a topographically complex landscape by combining field survey with an irradiation model. Appl. Veg. Sci. 1: 225 – 232.

Danihelka, J. a kol. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia, 84: 647 – 811.

Drábková, L. (1999): Populační analýza agregátního druhu *Saxifraga rosacea* Moench ve střední Evropě. Praha, 1999. 54 s

Endels, P. (2008): Plant conservation in theory and practice. Royal botanical society of Belgium, 141 (2): 185 – 203.

Erhardt, A. (1990): Pollination of *Dianthus gratianopolitanus* (Caryophyllaceae). Plant systematics and evolution, 170: 125 – 132

Frayssines, M. a Hantz, D. (2006): Failure mechanisms and triggering factors in calcareous cliffs of the Subalpine Ranges (French Alps). Engineering Geology, 86: 256–270

Frouz, J. (2010): Půda – živý systém. Interakce půdní fauny a mikrobioty a jejich význam pro přeměny organické hmoty v půdě. Vesmír, 89: 490-492.

Hegi, G. (1979): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Journal of botanical taxonomy and geobotany, 93 (1-2): 66

- Hrouda, L a Šourková, M. (1993): *Saxifraga* L. – lomikámen. – In: Hejný S., Slavík B. a kol (eds), *Květena České republiky [Flora of the Czech Republic]* 2: 408 – 414. Academia, Praha.
- Hrouda, L. (1998): Phytogeographical analysis of *Saxifraga* species occurring in the Czech republic and Slovakia. *Preslia*, 70 (4): 289 – 302.
- Jeník J. & Slavíková J. (1964): Middle Vltava river and its dams from the geobotanical viewpoint. ČSAV, Praha, 67 – 100.
- Jeník, J. & Rejmánek, M. 1969. Interpretation of direct solar radiation in ecology. *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B*, 17 (4): 413-428.
- Käsermann, C. (1999). *Dianthus gratianopolitanus*. Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL/BUWAL), Bern.
- Kopecký A. (1996): The part played by denudation in forming the relief of the Bohemian Massif. Seismicity, neotectonics and recent dynamics with special regard to the Territory of Czech Republic, 42 (15): 55–75.
- Kovanda M. (1990): *Dianthus* L. – hvozdík. – In: Hejný S., Slavík B. a kol (eds), *Květena České republiky [Flora of the Czech Republic]* 2: 200–213, Academia, Praha.
- Kovanda, M. (2002) In Kubát a kol. [eds.]: Key to the Flora of Czech republic. Academia, Praha – 928 p.
- Kovanda, M., (1982): *Dianthus gratianopolitanus*: variability, differentiation and relationships. *Preslia* 54(3): 223-242
- Küster, H. J. (sec.), (1996): In Vondrák, J. a Prach, K.: Occurrence of heliophilous species on isolated rocky outcrops in a forested landscape: relict species or recent arrivals? *Preslia*, 78 (1): 115–121
- Larcher, W. a kol. (2010): Survival types of high mountain plants under extreme temperatures. *Flora* 205: 3–18
- Lee, R.; Baumgartner, A. 1966. The topography and insolation climate of a mountainous forest area. *Forest Science*, 12: 258-267.
- Lorenz, K., & Lal, R. (2009). Biogeochemical C and N cycles in urban soils. *Environment International*, 35(1), 1–8.
- Louis J. a Maher, Jr. (2006): Environmental information from guano palynology of insectivorous bats of the central part of the United States of America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 237 (1): 19–31
- Ložek, V. (1974): Příroda Českého krasu v nejmladší geologické minulosti. *Bohemia centralis*, 3: 175-194

- Muller, W. (2006): Effects of forestry practices on relict plant species on limestone cliffs in the northern Swiss Jura mountains. *Forest Ecology and Management* 237: 227–236
- Neuner, G., Braun, V., Buchner, O., & Taschler, D. (1999). Leaf rosette closure in the alpine rock species *Saxifraga paniculata* Mill: Significance for survival of drought and heat under high irradiation. *Plant, Cell and Environment*, 22, 1539–1548.
- Pabst R. J. & Spies T. A. (1998): Distribution of herbs and shrubs in relation to landform and canopy cover in riparian forests of coastal Oregon. – *Can. J. Bot.* 76: 298–315.
- Reisch, C., Poschlod, P., & Wingender, R. (2003). Genetic variation of *Saxifraga paniculata* Mill. (Saxifragaceae): Molecular evidence for glacial relict endemism in central Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80, 11–21.
- Rivola, M. (1972): Botanická inventarizace SPR Tetínské skály. Středisko státní památkové péče a ochrany přírody Středočeského kraje.
- Rusterholz, H.P. (2004): Effects of rock climbing on plant communities on exposed limestone cliffs in the Swiss Jura mountains. *Applied Vegetation Science*, 7: 35–40
- Sádlo J. (1998): *Dianthus gratianopolitani- Aurinietum saxatilis*, a relict community of rock fissures in the Czech Republic. – *Preslia*, 70 (1): 57–68.
- Šamonil, P. (2007): Diversity of soils on the Bohemian Karst limestones: Classification of soils and comparison of the classification system. *Bohemia centralis*, 28: 7 – 30.
- Shahack-Grossa, R., Berna, F. a kol. (2004): Bat guano and preservation of archaeological remains in cave sites. *Journal of Archaeological Science*, 31: 1259 – 1272
- Skalický, V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. In: Hejný S. & Slavík B.: Květena ČSR I., Academia, Praha, textová část, s. 103–121.
- Smith, R. M. (2006): Urban domestic gardens (IX): Composition and richness of the vascular plant flora, and implications for native biodiversity. *BIOLOGICAL CONSERVATION*, 129: 312–322
- Strom, L. a kol (2005): Organic acid behaviour in a calcareous soil implications for rhizosphere nutrient cycling. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 2046–2054
- Ter Braak & Šmilauer, P. (1998): Canoco Reference Manual and User Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4), Microcomputer Power, Ithaca, NY, pp. 352
- Tian, Y. Q a kol. (2001): Estimating solar radiation on slopes of arbitrary aspect. *Agricultural and Forest Meteorology*, 109: 67–74

- Tichý, L. (1999): Temperature and vegetation pattern at the Sloní hřbet Ridge, Podyjí National Park. *Preslia*, 70 (4): 349-363.
- Tolasz, R. a kol. (2007): Climate Atlas of Czechia. Czech Hydrometeorological Institute, 63 (1): 23
- Vysoudil, M. (2004): Meteorologie a klimatologie. Vyd. UP Olomouc, 281 s.
- Walter, H., & Straka, H. (1970). Arealkunde – Floristisch-historische Geobotanik. Stuttgart, Germany: Eugen Ulmer.
- Wassmer, A. (1998): Zur Felsenflora des ostlichen Kettenjuras. Grundlagen und Berichte zum Naturschutz. Band 17. Baudepartement Sektion Natur und Landschaft, Aargau.
- Webb, D. A. & Gornall (1984): A manual of Saxifrages and their cultivation. – Timber Press, Oregon.
- Webb, D. A. & Gornall, R. J. (1989): Saxifrages of Europe. London, 307, p.
- Webb, D. A. (1950b): Saxifraga L. Biological Flora of the British Isles. *Journal of Ecology*, 38: 185 – 213.
- Wezel, A. (2007): Changes between 1927 and 2004 and effect of rock climbing on occurrence of *Saxifraga paniculata* and *Draba aizoides*, two glacial relicts on limestone cliffs of the Swabian Jura, southern Germany. *Journal for Nature Conservation*, 15: 84 – 93.
- Wilmanns, O., & Rupp, S. (1966): Welche Faktoren bestimmen die Verbreitung alpiner Felsspaltenpflanzen auf der Schwabischen Alb? *Veröffentlichungen der Landesanstalt für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg*, 34: 62–85.
- Zelený, D. & Chytrý, M. (2007): Environmental control of the vegetation pattern in deep river valleys of the Bohemian Massif. *Preslia*, 79 (3): 205-222.

Přílohy

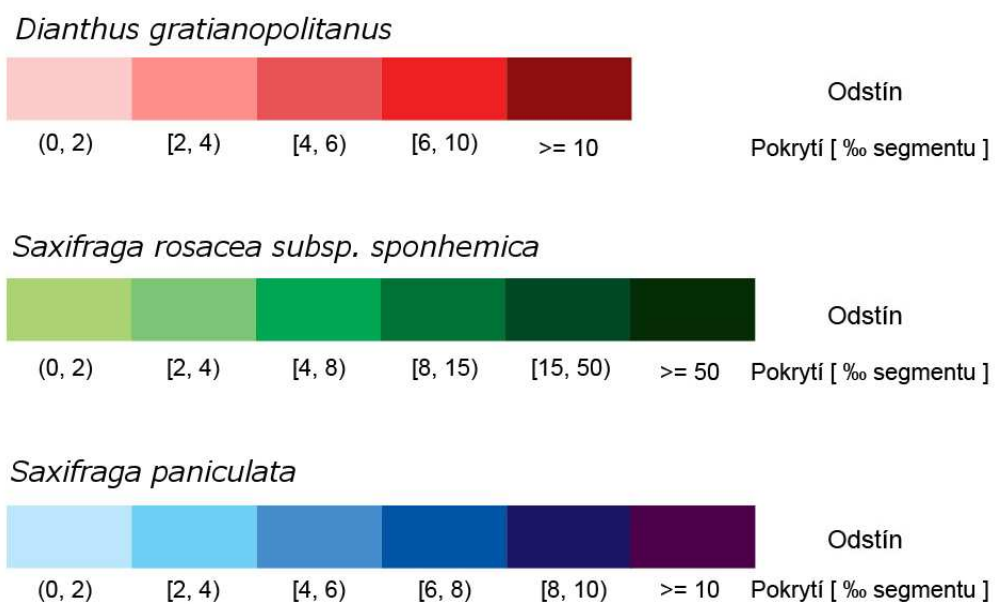
Seznam příloh

Obr. 27: Legenda k mapám pokrytí

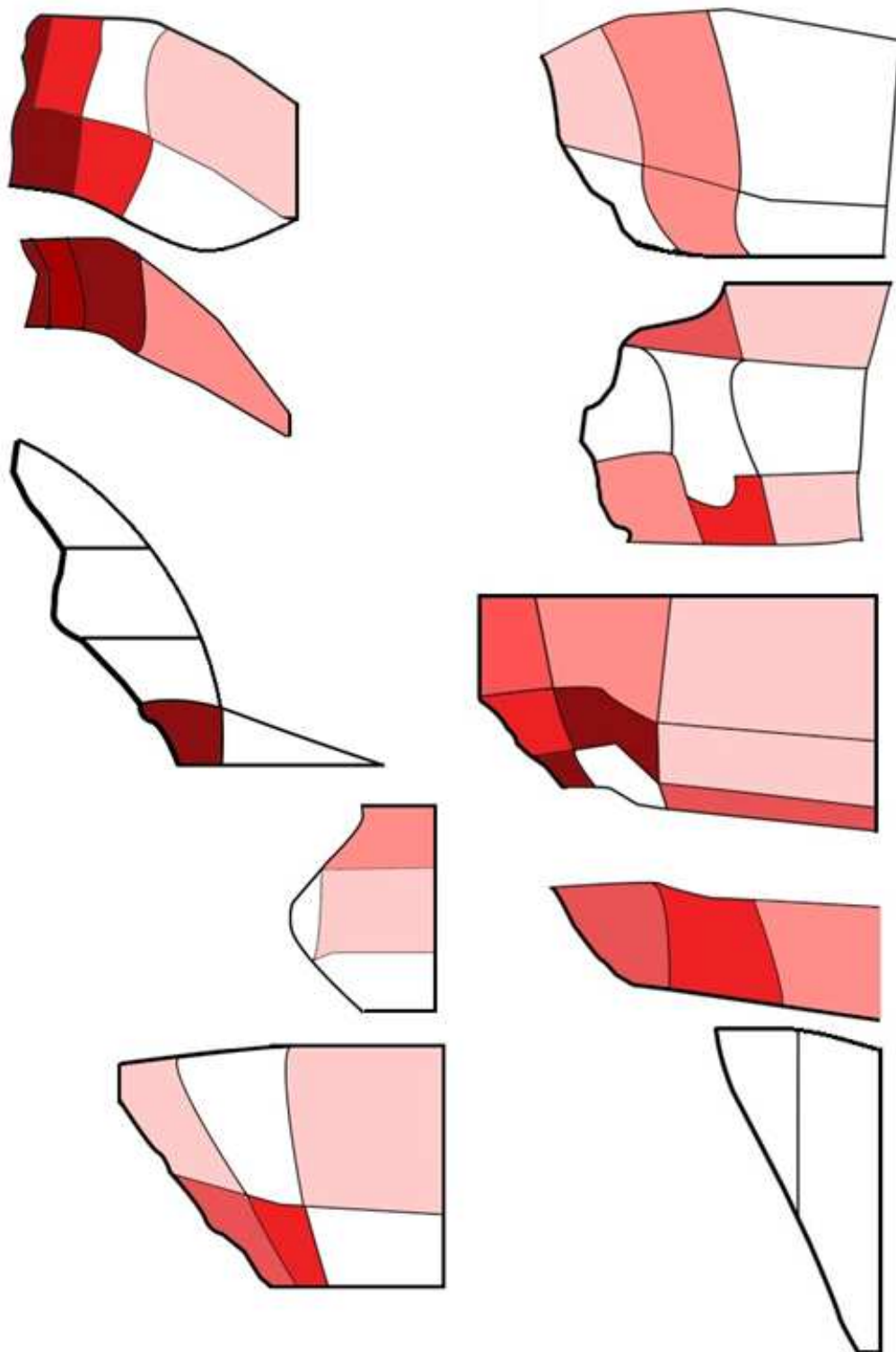
Obr. 28 a 29: Vegetační mapa druhu *D. gratianopolitanus*

Obr. 30 a 31: Vegetační mapa druhu *S. rosacea* subsp. *sponhemica*

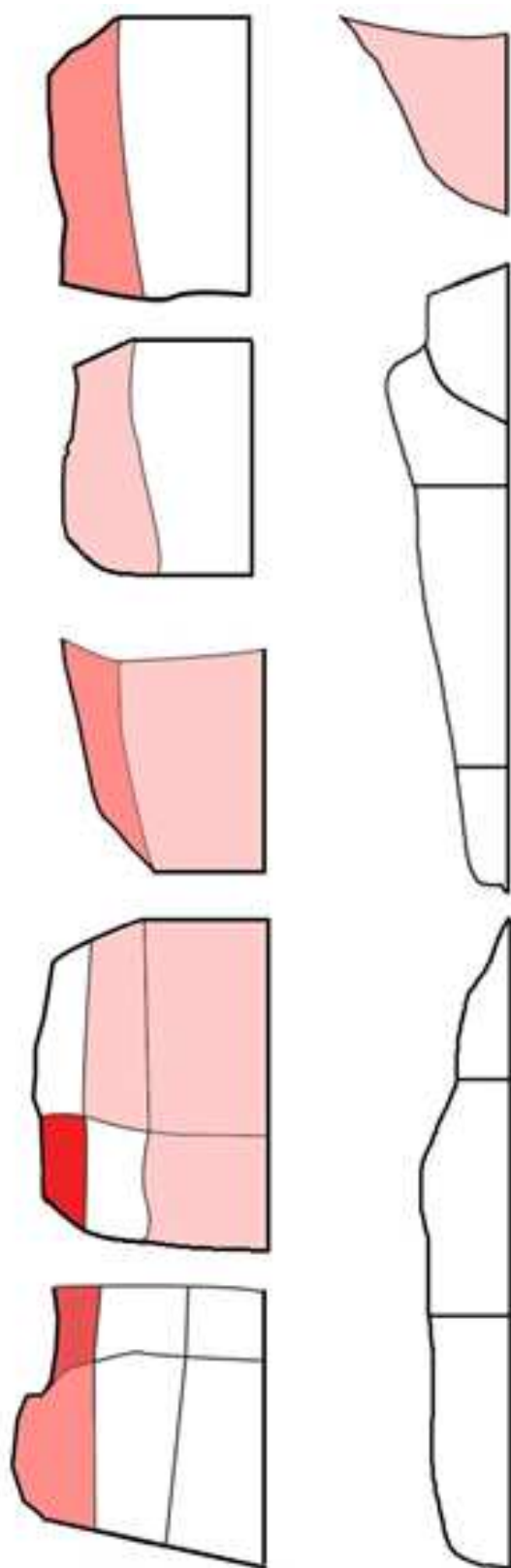
Obr. 32 a 33: Vegetační mapa druhu *S. paniculata*



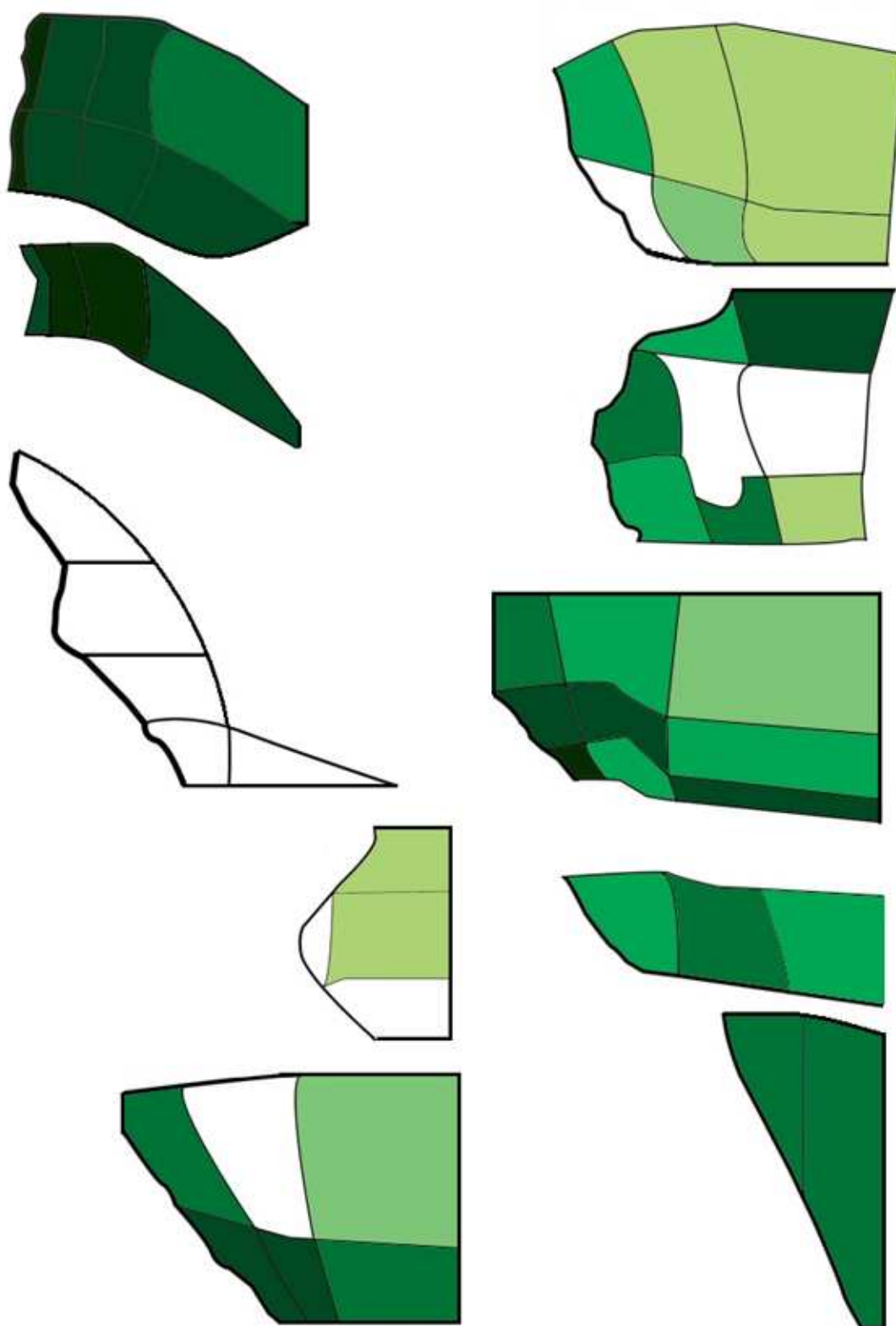
Obrázek 27: Legenda k mapám pokrytí: podíl pokryté plochy [‰] podle odstínů barev



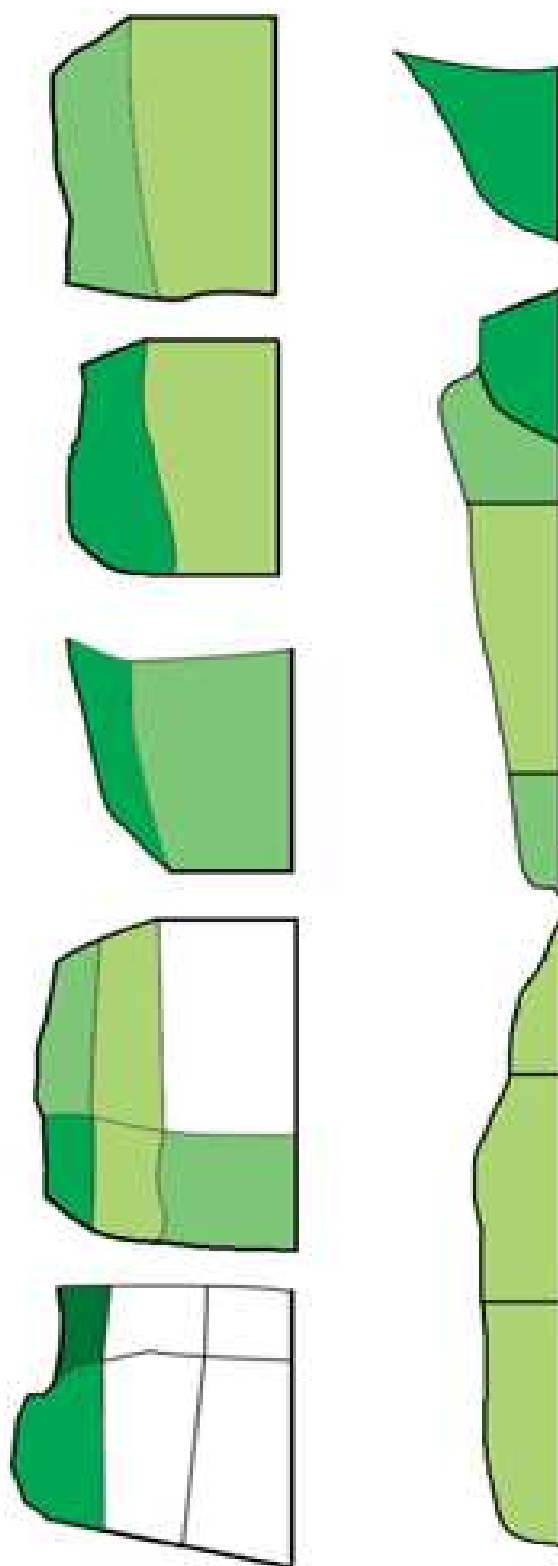
Obrázek 28: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *D. gratianopolitanus* na skalní stěně od západu (horní řádek zprava) pokračující na východ (dolní řádek vlevo)



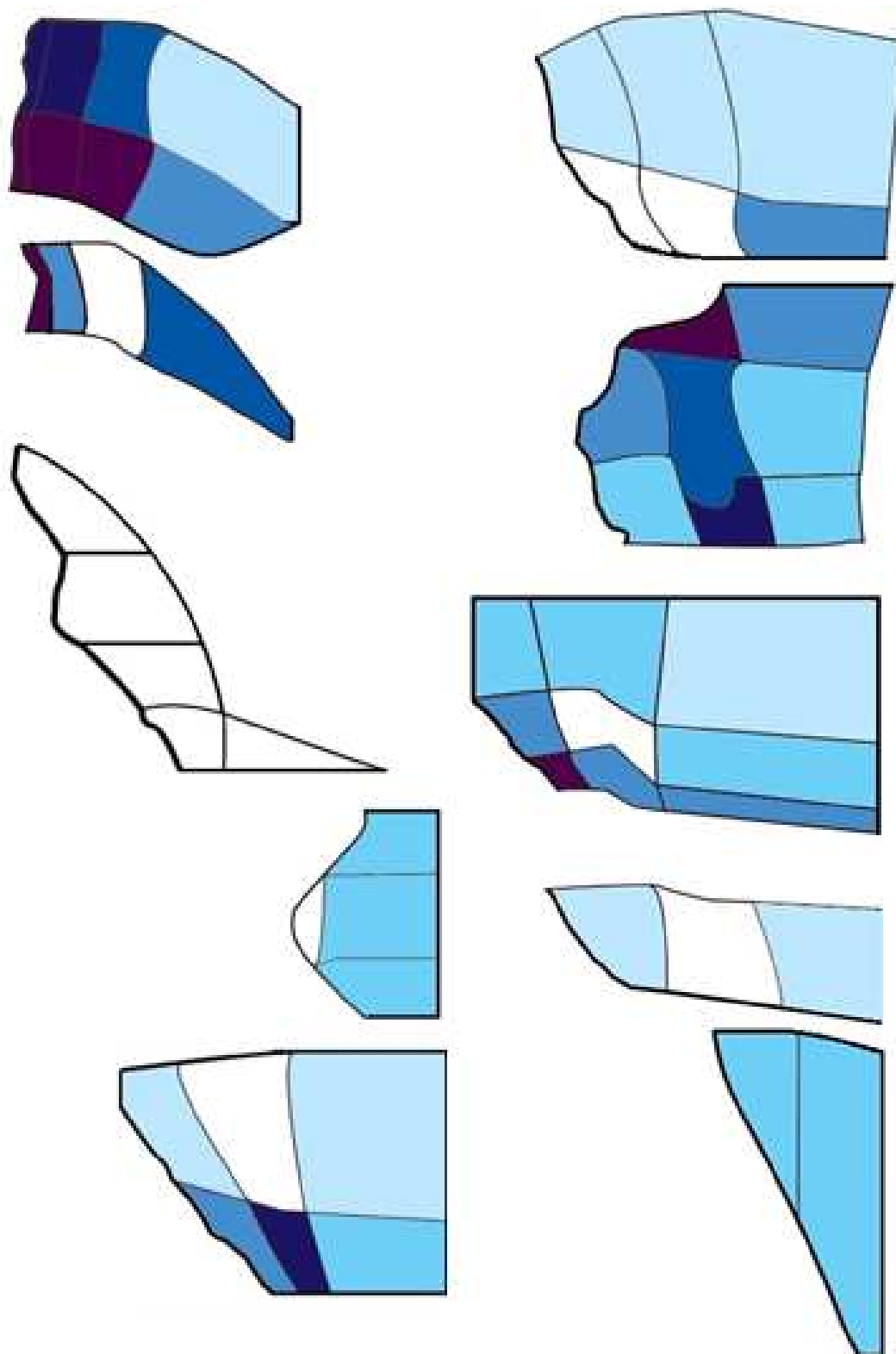
Obrázek 29: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *D. gratianopolitanus*. Pokračující skalní stěna od západu (horní řádek zprava) až po její poslední východní část (dolní řádek směrem doleva)



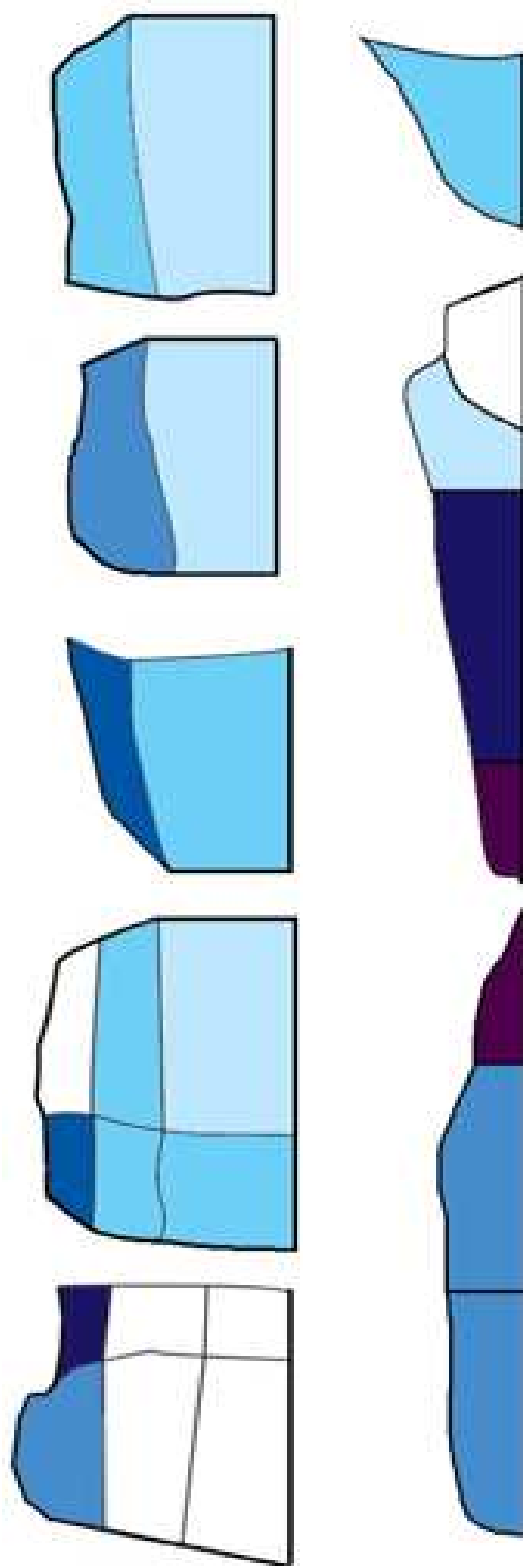
Obrázek 30: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *S. rosacea* subsp. *sponhemica* na skalní stěně od západu (horní řádek zprava) pokračující na východ (dolní řádek vlevo)



Obrázek 31: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *S. rosacea* subsp. *sponhemica*. Pokračující skalní stěna od západu (horní řádek zprava) až po její poslední východní část (dolní řádek vlevo)



Obrázek 32: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *S. paniculata* na skalní stěně od západu (horní řádek zprava) pokračující na východ (dolní řádek vlevo)



Obrázek 33: (Na šířku) Podíl pokryté plochy druhem *S. paniculata*. Pokračující skalní stěna od západu (horní řádek zprava) až po její poslední východní část (dolní řádek vlevo)